BIHANG

TILL

KONGL. SVENSKA VETENSKAPS-AKADEMIENS

HANDLINGAR.

NIONDE BANDET.

STOCKHOLM, 1884—1885. P. A. NORSTEDT & SÖNER.

INNEHÅLL AF NIONDE BANDET.

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 9. N:o 1.

Meddelanden från Stockholms Högskola. N:o 8.

STUDIER OVER SLAGGER.

I.

AF

I. H. L. VOGT.

MEDDELADT DEN 10 OKTOBER 1883.

STOCKHOLM, 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

I bevidstheden om den ikke uvæsentlige interesse, som et detailleret studium af slaggernes sammensætning kan afgive saavel for krystallografien og mineralogien paa den ene side som for metallurgien paa den anden, offentliggjör jeg allerede nu fölgende korte og paa mange steder höjst ufuldstændige bidrag til kjendskaben om slaggerne. — De tidligere studier over slagger och andre hytteprodukter har, naar H. VOGELSANGS arbejde (Über die Krystalliten) fraregnes, næsten udelukkende været baseret dels paa rent chemiske og dels paa rent krystallografiske undersögelsesmethoder; man har herved faaet bestemt de fleste mineraler, som kan danne sig ved de metallurgiske processer, men stort længere har man i det hele taget herved ikke kunnet komme. Det forelöbige, rent theoretiske maal med mit arbejde har fornemmelig gaaet ud paa at faa et mere indtrængende kjendskab dels til selve udkrystallisationen og dels til de omstændigheder, som betinger dannelsen af de enkelte mineraler; dette kan man först naa, naar man til de to allerede nævnte undersögelsesmethoder ogsaa tager mikroskopet til hjælp. Af detailundersögelserne kan man endvidere for saavel den theoretiske som den praktiske metallurgi uddrage en hel del slutninger, dels angaaende den maade, hvorpaa de i slaggerne optrædende elementer er forbundne med hinanden, dels angaaende de regler, hvorefter man ved rent ydre undersögelser tilnærmelsesvis kan slutte sig til slaggernes chemiske sammensætning, saa de kvantitative analyser delvis kan erstattes. — Som det i det fölgende vil sees, har jeg jævnlig maattet indskrænke mig til kun at opkaste og forberede de forskjellige spörgsmaal uden endelig at kunne besvare dem med sikkerhed, og desuden er der flere, navnlig rent metallurgiske, problemer, som ikke engang er berörte; der staar saaledes særdeles meget igjen til den fremtidige forskning. — Jeg

haaber selv at kunne faa anledning til at fortsætte de her paabegyndte undersögelser og bidrage til lösningen af de forskjellige spörgsmaal.

Materialet til det efterfölgende arbejde har jeg fornemmelig faaet udlaant paa Stockholms Bergskola gjennem professor R. Åkerman, som meget velvillig har stillet til min disposition Bergskolans ypperlige slagsamling, hvis værd i væsentlig grad forhöjes derved, at der af de allerfleste stuffer er foretaget kvantitative analyser[1]). Mine undersögelser er udförte paa Stockholms Högskolas mineralogiske institut, hvis udmærkede og righoldige instrumentsamling daglig har staaet til min raadighed, ligesom ogsaa de nödvendige præparater er udförte af institutets vaktmester, hr A. Andersson[2]) — Jeg benytter herved anledningen til paa det varmeste at takke saavel professor W. C. Brögger som professor R. Åkerman for den andel, som de hver paa sin vis har havt i mit arbejde.

Vi gaar strax over til at gjennemgaa de forskjellige i slaggerne optrædende mineraler og begynder med den ene af de to vigtige grupper, nemlig med

Pyroxengruppen.

(Enstatit, augit, wollastonit, rhodonit, babingtonit.)

Vi gjennemgaar de hid hörende mineraler ikke i den vanlige, krystallografiske orden, men i den, som af rent praktiske grunde falder os bekvemmest.

Augit.

De frit udviklede krystaller af dette mineral har aldrig i de mange stuffer, som jeg har havt anledning til at undersöge, været begrænsede af virkelig krystalflader, men kun af skinflader ɔ: ujevnt sammensatte flader, som er omhylningsflader for krystallens opbygningselementer, og som mere eller

[1]) Analyserne er næsten udelukkende udförte af de forskjellige elever under deres studietid, de kan saaledes ikke gjöre fordring paa nogen absolut nöjagtighed; det bemærkes dog, at næsten hver analyse er middeltal af to forskjellige, oftest meget vel overensstemmende, som dels er udförte af samme studerende og dels af forskjellige.

[2]) Samtlige præparater opbevares i Stockholms högskolas min. instituts samling.

mindre nærmer sig til bestemte krystallografiske former, som man har kunnet bestemme med större eller mindre nöjagtighed; — med andre ord, den lovmæssige opbygning, som senere skal beskrives, har stanset, naar individet under væksten har naaet frem til ydre flader, som approximativt svarer til lovbundne former.

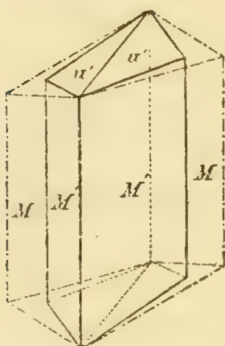
De fleste krystaller er söjleformige efter skinfladerne ∞P og ∞P∞; kun undtagelsesvis er en spids hemipyramide den mest fremtrædende flade. Orthopinakoidet og den til hornblendesöjlen svarende söjle ∞P2 har jeg ikke noget sted fundet. — I det fölgende beskrives hver enkelt krystaltype for sig.

Krystallerne i slaggen fra *Wikmanshytten 1867* (analyse no. 2) har en graa kjærne med en tynd, lysegul manganhinde (slaggen holder 2,6 % MnO); krystallernes længde er ca. 1 cm. — Ifölge undersögelse ved hjælp af krystallografisk orienterede snit viser krystallerne sig at være udtrukne efter vertikalaxen (c'-axen). Begrænsningsfladerne i vertikalzonen er meget ujævne, de sammenhörende fladepar er ikke engang indbyrdes parallelle; der kan saaledes ikke være tale om at faa en absolut nöjagtig maaling af vinklerne. Man kan kun afgjöre, saavel ved skjön med öjet som ved maaling med anlægsgoniometer, at söjlevinkelen paa krystallens forside ikke er den vanlige augit-vinkel 87° 6′, men adskillig derunder, nemlig kun ca. 80° (se fig. 1). Et aldeles tilsvarende forhold kommer vi ogsaa til at omtale ved flere af de senere krystaller, hvoraf vi maa kunne slutte, at det ikke er nogen tilfældighed, men en sig ofte gjentagende regel. I et mikroskopisk snit ⊥ c'-axen (se fig. 7) af en af disse krystaller (fra Wikmanshyttan 1867) sees det, at opbygningen har fundet sted dels efter ∞P og dels efter ∞P∞ og ∞P∞, og grunden til, at begrænsningsfladerne danner en noget mindre vinkel med hinanden end augit-söjlens vinkel 87° 6′, viser sig at bestaa deri, at opbygningen har gaaet stærkere for sig efter ∞P∞ end efter ∞P∞.

Paa toppen er krystallerne fra Wikmanshyttan begrænsede af et par noget uregelmæssige flader (hemipyramider), som i symetriplanet skjærer hinanden i en ret linje, hvilken med den i samme plan liggende kant af ∞P danner en vinkel paa 106$\frac{1}{3}$°—106$\frac{2}{3}$° (maalt i mikroskopisk præparat, sleben ⊢ ∞P∞); paa nogle krystaller i slaggen fra Löfsjöen (1854) er den samme vinkel bestemt til ca. 106° (maalt paa selve krystallen

under mikroskopet). — Denne vinkel maa svare til en af de to vinkler $\infty P \infty : \frac{1}{2} P \infty = 105^\circ 30'$ eller $\infty P \infty : - \frac{1}{2} P \infty = 105^\circ 49'$[1]). For at faa afgjort dette, med andre ord, for at faa afgjort, i hvilken kvadrant i symetriplanet vore flader ligger, maa vi vende os til de optiske forholde. — Hos de vanlige, i naturen optrædende augiter, som i chemisk henseende staar nær de her omhandlede, danner den spidse bisektrix, som ligger i symetriplanet, en vinkel paa ca. 39° med c'-axen, og den falder i den stumpe vinkel. I en hel del mikroskopiske præparater, slebne $\div \infty P \infty$, af augiter fra forskjellige slagger danner udslukningsretningen ogsaa en lignende vinkel (efter de forskjellige maalinger mellem 37° og 40°) med c'-axen; der er heraf fuld grund til at slutte, at baade den naturlige og den

Fig. 1.



Augitkrystal, type no. 1.
(Fra Wikmanshyttan 1867.)
M betyder pyroxenprismet ∞P.
M' — skinfladen ∞P.
u' — skinfladen $-\frac{3}{4} P \frac{3}{2}$ (?).

Fig. 2.



Augitkrystal. type no. 2.
(Fra Löfsjön 1854).
M betyder pyroxenprismet ∞P.
M' — skinfladen ∞P.
u' — skinfladen $-\frac{3}{2} P 3$ (?).

kunstige augit har de samme optiske egenskaber ɔ: at ogsaa ved den kunstige augit ligger den spidse bisektrix i den stumpe vinkel. — Baseret paa denne undersögelsesmethode faar vi, at i krystallerne fra Wikmanshytten og Löfsjöen ligger de omtalte flader i den negative kvadrant i symetriplanet; som det senere skal omtales, er stik det modsatte tilfælde ved nogle krystaller fra Gammelstilla. — Hemipyramiden i krystallerne fra Wikmanshytten maa efter dette være $-\frac{1}{2} P \infty$ (GROTH) eller $n' P \infty$ (NAUMANN). Vinkelen mellem fladerne er ved anlægs-goniometer maalt til ca. 133°, et tal, som dog paa grund af fladernes uregelmæssighed ikke tör gjöre fordring paa

---

[1]) Efter GROTH's stilling og axeforhold. Efter NAUMANN's stilling vilde formerne $\frac{1}{2} P \infty$ og $- \frac{1}{2} P \infty$ være resp. $P \infty$ og OP.

stor nöjagtighed; det rimelige er, at vi har for os $-\frac{1}{2}P\frac{5}{3}$ ɔ: $-\frac{3}{4}P\frac{3}{2}$ (GROTH) eller $\frac{3}{4}P\infty$ (NAUMANN), hvilke flader med hinanden danner vinkel 133° 56′.

Krystallerne i slaggen fra *Löfsjöen 1854* (analyse no. 9) er udviklede efter en lidt afvigende type, se fig. 2. Vinkelen mellem söjlefladerne er her endnu mindre end i foregaaende tilfælde, nemlig kun ca. 70°, hvilket kommer af, at augiten her har voxet endnu stærkere efter klinopinakoidet i forhold til orthopinakoidet, end tilfældet var med krystallerne i den foregaaende slag. Ved maaling med reflexions-goniometer faar man speil, vistnok temmelig utydelige, af de forskjellige opbygningselementer efter ∞P og $\infty P\infty$. De enkelte maalinger gav fölgende resultat:

Krystal no. 1 (ca. 1 cm. lang)
$\infty P : \infty P = 87° 17'$ og $= 92° 43'$ & $92° 45\frac{1}{2}'$ (ɔ: 87° 17′ & 87° 14½′).

Krystal no. 2 (som var noget skjævt udtrukket, idet skinfladen ∞P ikke var ganske parallel med opbygningselementernes c'-axe, og som gav daarligere speil end no. 1)
$\infty P : \infty P = 87° 48\frac{1}{2}'$ og $= 92° 27'$ (ɔ: 87° 33′) samt
$\infty P : \infty P\infty$ (overmaade slette speil) liggende mellem yder-grænserne 135° 50′ og 136° 37′.

Alle de her fundne værdier synes at skulle angive en noget större prismevinkel end hos vanlig augit (87° 6′), men maalingerne er dog ikke saa paalidelige, at dette med sikkerhed kan siges.

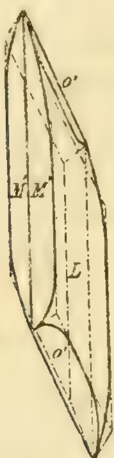
Paa toppen er krystallerne fra Löfsjöen begrænsede af en hemipyramide i zonen $-\frac{1}{2}P\infty : \infty P\infty$ (GROTH) eller dome i zonen $OP : \infty P\infty$ (NAUMANN). Topfladerne er vistnok temmelig ujævne, idet enkelte af opbygningselementerne har voxet længere frem end de övrige, men de er dog i alle fald paa flere steder saa pas plane og regelmæssige, at de maa ansees som repræsentanter for virkelige krystalflader. Vinkelen mellem fladerne varierer efter de forskjellige maalinger mellem 96° og 103°, middel altsaa 99½°. Med denne maaling stemmer vinkelen 99° 14′ mellem fladerne af formen $-\frac{3}{2}P3$ (GROTH) eller $\frac{3}{2}P\infty$ (NAUMANN).

Den samme skinflade paa toppen synes ogsaa at optræde paa krystaller fra flere andre slagger, f. ex. paa krystaller i en större pragtstuf (lokalitet ukjendt, gave af riksmuseum til Stockholms Högskola, se senere beskrivelse).

I en del druserum i slaggen fra *Carlsdal* (analyse no. 7) sidder der en mængde temmelig smaa (kun ca. 0,5 cm.

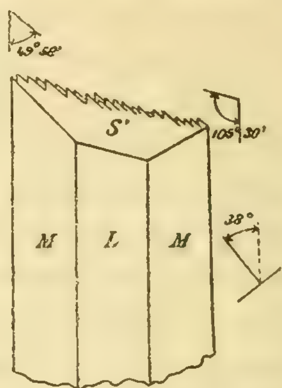
lange) og meget spidse krystaller, som ved nöjere undersögelse viser sig at bestaa af en höj, positiv hemipyramide med ∞P og ∞P∞; som fig. 3 angiver, er der mellem de forskjellige slags flader ikke skarpe kanter, men gradvise overgange. — I snit ∓ ∞P∞ danner begrænsningslinjen paa toppen ifölge de forskjellige maalinger en vinkel paa ca. 51° med c'-axen; linjen ligger i den positive kvadrant, idet den spidse bisektrix danner en vinkel paa 37½°—40° med c'-axen og ligger paa samme side af denne som den linje, der skal undersöges. — Linjen maa ifölge dette efter al sandsynlighed være projektion af domet $\frac{3}{2}$P∞ (GROTH) eller 2P∞ (NAUMANN), som med c'-axen danner en vinkel paa 49° 58'.

Fig. 3.



Augitkrystal, type no. 3.
(Fra Carlsdal).
M' betyder skinfladen ∞P.
L' — skinfladen ∞P∞.
o' — skinfladen $\frac{3}{2}$Pn.

Fig. 4.



Augitkrystal, type no. 4.
(Fra Gammelstilla 1865).
M betyder ∞P.
L — ∞P∞.
S' — skinfladen $\frac{1}{2}$Pm, omhylningsflade for $\frac{3}{2}$Pn.

Den optrædende hemipyramide er altsaa $\frac{3}{2}$Pn (GROTH) eller 2Pn' (NAUMANN), hvor n og n' er temmelig smaa tal; fladerne er ikke saa regelmæssige, at vinkelen mellem dem kan maales med tilstrækkelig nöjagtighed.

Den her optrædende krystaltype synes ikke at være saa hyppig som de to förstnævnte; jeg har kun fundet den ved et par kunstig dannede augiter, foruden den allerede omtalte nemlig kun i en slag fra Uddeholm 1866 (analyse no. 14) og i et stykke rostet jernmalm (fra Sverrige, nöjere lokalitet ukjendt), som paa overfladen var beklædt med augitkrystaller, der under eller efter rostningen havde dannet sig paa grund af den stærke hede. De sidstnævnte augiter var

ogsaa temmelig smaa (0,5 cm. lange) samt sorte og uigjennemsigtige (ɔ: jernrige). Under mikroskopet kan sees, at kanten mellem fladerne paa toppen er lidt krum ɔ: der optræder flere, meget nærstaaende hemipyramider. Kantlinjen mellem en af disse danner vinkel $49\frac{1}{2}°$ med c'-axen, hvilket stemmer med vinkel 49° 58′ mellem $\frac{3}{2}P\infty : \infty P\infty$ (GROTH). Vinkelen mellem de to flader maaltes til 96° 9′ og mellem den ene flade og $\infty P\infty$ 132° 43′ (polkantvinkelen altsaa 94° 34′); den flade, som bedst stemmer hermed, er $\frac{3}{2}P\frac{3}{4}$, ɔ: $2P\frac{4}{3}$ (GROTH).

Af större interesse er det at se en hemipyramide i den nys omtalte zone, altsaa $\frac{3}{2}Pn$ (GROTH), opbygge en anden hemipyramide af formen $\frac{1}{2}Pm$. — I en lysegraa, krystallinsk slag fra *Gammelstilla 1865* (analyse no. 13) sidder der i nogle druserum en mængde tynde augitkrystaller (af længde ca. 1 cm., tykkelse 0,1—0,2 cm.), som er udtrukne efter c'-axen. I reflexions-goniometeret faar man af vertikalzonens flader flere, om end höjst utydelige, speil af opbygningselementerne efter ∞P og $\infty P\infty$. Krystallerne er begrænsede af skinfladerne ∞P, hvis vinkel paa forsiden, her som tidligere, er spidsere, end den skulde være, samt $\infty P\infty$. — Påa toppen er krystallerne begrænsede af to noget ujævne flader, som skjærer hinanden i en i det hele og store taget ret henlöbende zikzaklinje, se fig. 4. Vinkelen mellem denne linje og c'-axen er under mikroskopet maalt til 106—107°; man har altsaa her igjen valget mellem de to zoner $\infty P\infty : \frac{1}{2}P\infty$ og $\infty P\infty : -\frac{1}{2}P\infty$. — Baseret paa den samme undersögelsesmethode som ved det tidligere omtalte tilfælde faar vi, at vore her omhandlede flader, i modsætning til de tidligere, ligger i den positive kvadrant. Udslukningsretningen, som bestemtes under mikroskopet af selve de smaa, gjennemsigtige krystaller og ikke af orienterede snit af samme, fandtes at danne vinkel 36—39° med c'-axen.

Vi slutter forelöbig heraf, at den store skinflade, hvoraf krystallerne paa toppen er begrænsede, har formen $\frac{1}{2}Pm$ (GROTH) eller Pm' (NAUMANN). Vinkelen mellem de to flader kunde ikke bestemmes med fuld sikkerhed, idet de enkelte aflæsninger varierede mellem 52°—56°; det er endog mulig, at den virkelige værdi kan falde udenfor disse grænser.

Til m′ =	$\frac{1}{3}$	$\frac{3}{10}$	$\frac{2}{7}$
svarer vinkel =	60° 49′	55° 42	53° 25′.

Det sees heraf, at nogen sikker bestemmelse af fladen ikke kan finde sted.

Ved en nöje undersögelse under lupe og mikroskop viser den fine zikzak-linje sig meget regelmæssig opbygget af to forskjellige retninger, hvoraf den ene er parallel c'-axen, medens den anden danner en vinkel paa ca. 48° med samme. Begge linjer er meget skarpe, saa retningerne kan bestemmes med tilstrækkelig nöjagtighed. Den skraa retning er kantlinjen mellem de to flader af en hemipyramide, der efter al sandsynlighed er den samme hemipyramide $\frac{3}{2}$Pn (Groth), som vi har fundet at spille en vigtig rolle ved krystaltype no. 3, eller en flade i zonen mellem $\frac{3}{2}$Pn og ∞P∞. Vinkelen mellem de enkelte smaa flader synes at være 60°, men kan ikke bestemmes med nöjagtighed. — Overalt paa krystallens top har vi de samme smaa flader, saa at krystallen, seet ovenfra, faar udseende af et tag med skjævt paalagte tagsten.

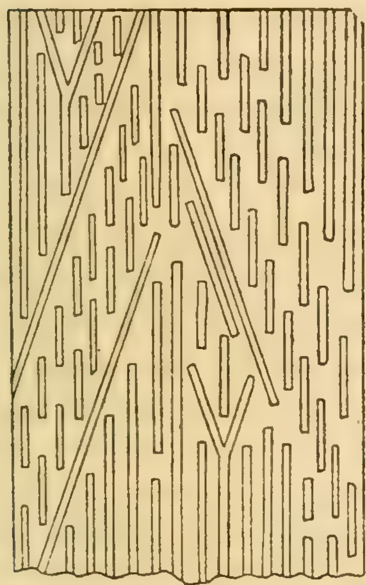
Forholdene ved denne krystal giver en meget klar idé om opbygningen og begrænsningen af de i slaggerne dannede augiter: fladen $\frac{3}{2}$Pn er den virkelige, krystallografiske flade, som paa toppen begrænser de forskjellige opbygningsstave, hvoraf augiten bestaar; fladen $\frac{1}{2}$Pm derimod er den skinflade, ved hvilken de forskjellige opbygningsstave stansede i sin vækst under udkrystallisationen ɔ: den er omhylningsfladen for $\frac{3}{2}$Pn.

Vi skal nu gaa over til at studere augitkrystallernes indre opbygning, som altid eller næsten altid har gaaet for sig efter en og samme hovedlov. De hidhörende undersögelser er udelukkende udförte ved hjælp af mikroskopet; for at simplificere arbejdet har det været nödvændig at faa præparater, orienterede efter de tre retninger ∞P∞, ∞P∞ og OP. Præparater af de vanlige augit-slagger, hvor de forskjellige individer ligger uden nogensomhelst orden, viser ogsaa altid det samme grundlag for opbygningen, men forholdene kan her være særdeles komplicerede at udrede.

Snit ╪ ∞P∞ af en krystal (1 cm. lang) af slaggen fra Löfsjöen (1854) viser (se fig. 5.), at augit-substansen kun optræder i bestemte, lange stænger, medens selve mellemrummet mellem disse bestaar af glas. Den i alle de forskjellige stæn-

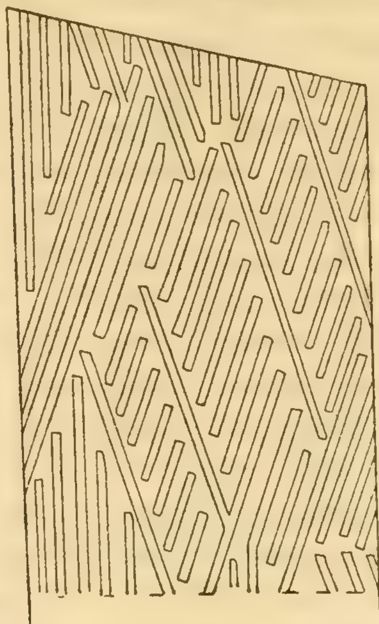
ger værende augit-masse viser overalt de samme optiske forholde, slukker f. ex. ud samtidig; stængerne tilhörer saaledes et fælles individ. — Som det sees af fig. 5, gaar stængerne dels

Fig. 5.



Snit ∔ ∞P∞.

Fig. 6.



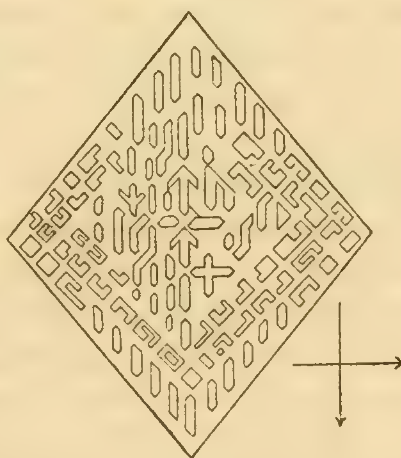


Snit ∔ ∞P∞

Augitkrystaller (fra Löfsjön 1854), visende opbygning efter ∞P og 5P (5/1).

parallel c'-axen og danner dels vinkel med samme. Ved undersögelse af en hel del snit af krystaller fra forskjellige augit-slagger fremgaar det, at de skraa retninger altid er de samme; vi kan heraf slutte, at de ikke er tilfældige, men at de repræsenterer bestemte, krystallografiske retninger. I snit ∔ ∞P∞ er der i opbygningsforholdene fuld symetri med hensyn til ∞P∞ (symetriplanet), noget, som krystalsystemet jo ogsaa fordrer. — For at faa bestemt stængernes krystallografiske stilling valgtes at maale vinkelen mellem de to skraa retninger og senere halvere samme; det ligger i sagens natur, at det her ikke er mulig at faa aldeles nöjagtige aflæsninger. Vinkelen mellem de to skraa retninger blev fundet at ligge mellem

Fig. 7.



Snit ∔ OP.
Augitkrystal (fra Löfsjön 1854) visende opbygningen (5/1).

de to ydergrænser 36° og 39°, det sandsynlige middel er 37½°, den halve vinkel altsaa 18° 45′. Til de forskjellige

vinkler	=	18°	18° 36′	18¾°	19½°
svarer coefficienter n	= [1])	5,179	5,000	4,957	4,752.

Coefficienten for den nP eller nP∞, hvorefter opbygningen har fundet sted, maa ligge mellem de to grænser 5,179 og 4,752 Det eneste rimelige er, at coefficienten er netop 5; dette er for det förste det eneste simple tal, som der kan være tale om, og desuden er det det, som stemmer bedst med de foretagne maalinger.

Vi skal videre se, at hermed stemmer ogsaa meget godt opbygningen i snit ╪∞P∞. I en krystal fra Löfsjöen har vi ogsaa her (se fig. 6) to skraa retninger, som med hinanden danner vinkel ca. 37⅓°; i en krystal fra Wikmanshyttan er den samme vinkel fundet til ca. 38⅔°, den halve skulde altsaa i middel være ca. 19°.

Da c'-axen i samtlige snit ╪∞P∞ omtrent nöjagtig halverer vinkelen mellem de to skraa retninger, kan vi slutte, idet det erindres, at ved GROTH'S stilling vinkel β = 89° 38′ meget stærkt nærmer sig til 90°, at baade i den positive og negative kvadrant afskjæres c'-axen i den samme afstand. — Vinkelen mellem +5P og c'-axen er 19° 39′ og mellem —5P og c'axen 19° 34′, tilsammen altsaa 39° 13′, et resultat, som meget godt stemmer overens med vore maalinger.

Forinden vi gaar videre, skal disse former efter GROTHS stilling sammenlignes med dem efter NAUMANNS. Begge stillinger har samme ortho- og vertikal-axe[2]); i snit ╪∞P∞ er altsaa coefficienten n efter NAUMANNS stilling fremdeles = 5. I snit ╪∞P∞ derimod svarer vinkel 19° 39′ i den positive kvadrant til n = $\frac{11}{2}$ [3]) og 19° 34′ i den negative til n = — $\frac{9}{2}$ [3]).

Hvis opbygningen har fundet sted ikke efter domer, men efter pyramider, skulde disse altsaa have været resp. $\frac{11}{2}P\frac{11}{10}$ og — $\frac{10}{2}P\frac{10}{9}$ [4]). — Disse former eller de dertil svarende domer,

---

[1]) Efter GROTH'S axeforhold a : b : c = 1,0585 : 1 : 0,5942 og vinkel β = 89° 38′.

[2]) GROTH'S c'-axe = 0,5942 adskiller sig kun fra NAUMANN'S = 0,5893 derfor, at de er baserede paa forskjellige maalinger.

[3]) Ved overförelsen fra det ene system til det andet faaes disse tal egentlige at være resp. 5,4897 og ÷4,5041, hvilke ujævne tal maa komme af, at der til beregning af axeforholdene har ligget ikke lidet afvigende vinkelmaalinger.

[4]) Det simple udtryk ± 5P for disse saa vigtige former viser meget tydelig den store fordel, som GROTH'S (TISCHERMAK'S) stilling af pyroxenerne har fremfor NAUMANN-ZIRKEL'S.

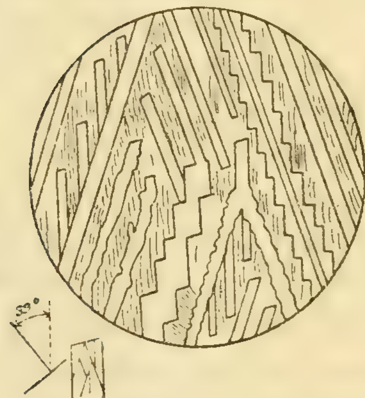
som spiller en saa stærkt fremragende rolle hos de ved smeltning dannede augiter, er, saavidt vides, hidtil ikke fundne hos de i naturen optrædende. Det laa ved förste öjekast nær at tænke, at vi her egentlig skulde have for os formerne ± 6P eller ± 6Pn, som saa hyppig forekommer ved akmit og ægirin, men en nöjere undersögelse viser, at saaledes kan det ikke forholde sig.

De enkelte stænger sig indbyrdes kan endvidere ofte være orienterede i krystallografisk ordnede grupper; i snit ⊥ c'-axen (se fig. 7) fölger saaledes en mængde stænger paa hinanden efter en flade af ∞P (i projektion), og i fig. 5 sees en mængde parallel c'-axen gaaende stænger at fölge paa hinanden efter en flade af ±5P (i projektion). Med exakt nöjagtighed endelig at afgöre, efter hvilke flader de enkelte stænger sig indbyrdes kan være ordnede, har ikke været mulig, da opbygningen kun kan studeres i mikroskopiske snit; de flader, vi har at vælge imellem, er : ∞P, ∞P∞, ∞P∞, ±5P, ±5P∞ og 5P∞. Det sandsynlige er, at det kun er langs et par af disse, nemlig ∞P, ∞P∞ og ±5P, at opbygningen paa den omtalte maade i virkeligheden har fundet sted.

Begrænsningen af de enkelte stænger hver for sig er næsten altid skarp og lovmæssig; i snit ╪ OP ser man, at de begrænsende flader er ∞P, ∞P∞ og ∞P∞ (i projektion), og i en i lidt större maalestok udfört tegning (se fig. 8) af et parti i snit ╪ ∞P∞ sees, at stængerne paa siderne har de samme flader som de, langs hvilke krystallens vækst har gaaet for sig. Undertiden er en indre kjærne af en stang efter ± 5P begrænset af flader efter ∞P eller pinakoiderne paa siderne. Da man i reflexions-goniometeret faar speil af fladerne ∞P og ∞P∞, kan vi slutte, at disse spiller rolle ved begrænsningen af stængerne. Vi har videre valget mellem ∞P∞ og ± 5P∞ samt mellem ± 5P og ± 5P∞ & 5P∞; af flere grunde skulde jeg være tilböjelig til at tro, at vi her kun har at gjöre med ∞P∞ og ± 5P. — Paa toppen er stængerne dels uregelmæssig tilspidsede eller afbrudte, dels regelmæssig begrænsede ved krystallografiske flader, f. ex. i krystallerne fra Löfsjöen ved de samme flader i zonen — ½P∞ : ∞P∞, som danner den begrænsende skinflade paa toppen af selve krystallen. Vi har tidligere omtalt et andet tilfælde, hvor den krystallografiske begrænsning af opbygningselementerne ikke er identisk med skinfladen.

Med en regelmæssighed, som er aldeles paafaldende, gjentager den samme lov for opbygningen sig ved samtlige de af mig undersögte augit-slagger[1]), og vi tör heraf slutte, at vi her staar foran en almengyldig regel for alle ved udkrystallisation i slagger dannede augiter, ligegyldigt om disse optræder i fuldt udviklede krystaller, inde i selve slagmassen, som den tilslut dannede masse mellem olivinerne i de basiske overgangsslagger eller endelig som mikroliter(?). Kun et sted, nemlig i en slag fra Söderfors 1883, hvor monoklin augit i smaa krystaller ligger porfyrisk udskildt i rhombisk, kan vi ikke mærke noget til den omtalte lov, hvilket er begrundet deri, at vi her ikke har med krystalskelet, men med fuldt udviklede krystaller at bestille.

Fig. 8.



Snit ⫲ ∞P∞. Augitkrystal (fra Löfsjön 1854) visende detajllerne ved opbygningen samt den nålformige, rhombiske pyroxen mellem augitstængerne. ($\frac{10}{1}$).

Udkrystallisationen har efter den foregaaende udvikling altid (eller næsten altid) gaaet for sig paa den maade, at de i den smeltede masse udsondrede molekyler af augit-substans har begyndt at ordne sig ind i bestemte retninger, nemlig efter ∞P og ± 5P, muligens med tilhörende pinakoider og domer. Efter at det paa denne maade opbyggede, forelöbige krystalskelet var bleven dannet færdig, har det, som vi senere skal se, afhængt af den chemiske sammensætning af det resterende, hvad dette sidste endelig skulde blive til; har det været meget surere end augitens sammensætning, saa er det bleven til glas; har det meget stærkt nærmet sig til samme, saa har det ogsaa krystalliseret ud som augit; har det været lidt mere basisk, saa er det igjen bleven til glas, men har det været endnu mere basisk, saa har det krystalliseret ud som olivin; videre, er en anden base, t. ex. MgO eller MnO, tilslut bleven

---

[1]) De undersögte krystalsnit er fra Wikmanshytten 1867, Löfsjöen 1854, Ringshyttan, Carlsdal, samt fra en större pragtstuf, ukjendt lokalitet (Sverrige); de vanlige augit-slagger er fra Näs i Dalarne 1875, Seglingberg nov. 1873, Långshyttan 1861, Dädran 1830, videre med rhodonit fra Hofors 1851, med olivin fra Söderfors 1880, i kugler i emaljslagger fra flere steder; de smaa for augit antagne mikroliter er fra Dormsjö.

dominerende, rimeligvis fordi den först udkrystalliserede augit fortrinsvis lagde beslag paa de andre baser, saa har der tilslut dannet sig resp. rhombisk pyroxen eller rhodonit. — Alle disse forskjellige processer kan vi bedst beskrive ved at gjennemgaa hver enkelt af de undersögte slagger for sig.

Slag fra *Löfsjöen*, *1854* (analyse no. 9) er graa, grovkrystallinsk, med ca. 2 cm. lange augit-krystaller. som tidligere er omtalte. — Saavidt det ved et skjön kan afgjöres, udgjör de efter ∞P & 5P' loven udviklede stænger, hvis tykkelse i alm. er ca. 0,02 mm., omtrent en trediedel af den hele masse. Mellemrummet mellem stængerne bestaar paa et par steder ogsaa af augit, krystallografisk orienteret som den i de först dannede stænger, men er i alm. glas, hvori der undertiden ligger fine krystalnaale, som vi senere skal forsöge at bestemme. — Selve glasset viser sig hist og her, nemlig i smale striber langs augit-stængerne, at være dobbeltbrydende, hvilket maa være begrundet i et spændingsfenomen, hvis virkning har strakt sig langs de först udkrystalliserede partier, men aldrig naaet helt ind til midten af mellemrummene.

De i glasset liggende fine krystalnaale (se fig. 8) er altid meget tynde og lidet fremtrædende; de er ikke pleochroitiske og viser kun matte interferensfarver. Paa enkelte steder optræder de kun enkeltvis, paa andre derimod i stort antal og er da altid ordnede indbyrdes parallelt. Som fig. 8 viser, er de i almindelighed, om end ikke altid, orienterede i en bestemt krystallografisk stilling i forhold til den i stængerne værende augit, nemlig med længdeaxen parallel augitens c'-axe; dette indtræffer uanseet, om de ligger mellem ∞P' eller mellem 5P' stængerne, hvoraf man altsaa kan drage den slutning, at den krystallografiske stilling ikke er fremkaldt derved, at de fine krystalnaale har stillet sig ind med sin længderetning, hvor der har været bedst plads for den ɔ: parallel med selve stængerne[1]), men at stillingen maa skyldes indre aarsager af krystallografisk natur. — De fine krystalnaale slukker altid ud parallelt med længderetningen, maa saaledes tilhöre enten det rhombiske, tetragonale eller hexagonale system. Skulde vi have for os et til de optisk enaxige systemer hörende mineral, saa maatte det paa grund af den regelmæssige anordning i et af de tre snit, ∓∞P∞, ∞P∞ og OP af selve augit-krystal-

[1]) Saadanne tilfælder kommer vi ved andre anledninger (f. ex. ved overgangsslaggen med rhodonit og fayalit) til at omtale.

lerne, vise sig mörkt under hel omdrejning mellem krydsede nicols; dette er dog ikke tilfælde. Vi slutter heraf, at mineralet rimeligvis maa være rhombisk. — Som vi senere skal se, tilhörer de mineraler, som jævnlig danner sig i slaggerne, oftest enten pyroxen- eller olivin-gruppen. Paa grund af slaggens chemiske sammensætning, som er noget meget mere basisk end bisilikat, kunde man forelöbig tænke sig, at olivin kunde danne sig i mellemrummene (se herom senere), men selv om dette end kunde være tilfælde ved den her behandlede slag, kan det umulig være det ved den næste, hvor vi ogsaa træffer de samme krystalnaale, men hvor den chemiske sammensætning er meget surere end bisilikat (surstofforhold 1 : 2,42). — Vi faar herved som det sandsynlige resultat, at vore fine krystalnaale bestaar af en rhombisk pyroxen. Hermed stemmer meget godt, at naalene paa mange steder staar i en bestemt lovmæssig stilling i forhold til den övrige augit, og desuden, at de i slaggen fra Löfsjöen, som meget stærkt nærmer sig til bisilikat (surstofforhold 1 : 1,93), undertiden optræder i saa stort antal, at de omtrent fuldstændig fylder mellemrummene mellem augit-stængerne; som vi senere skal se, kan dette kun være tilfælde med mineraler, som har pyroxen-gruppens chemiske sammensætning. — Det eneste, som skulde tale mod den opfatning, at vi har for os en rhombisk pyroxen, skulde være den forholdsvis ringe MgO' gehalt i flere af de slagger, hvor naalene optræder (slaggen fra Wikmanshytten, Löfsjöen, Uddeholmshytten og Ringshytten(?) holder resp. 7,0 %, 8,70 %, 17,70 % og 12,63 % MgO.). Det maa dog herved erindres, at for det förste har den vanlige augit först krystalliseret ud og derved muligens taget med sig fortrinsvis af de andre baser, saa MgO'-gehalten i moderluden relativt er steget, dernæst, at rhombisk pyroxen synes at kunne danne sig med temmelig stor lethed i slagger, selv om MgO'-gehalten ikke er saa aldeles overvejende i forhold til de andre baser. — Det kan samtidig bemærkes, at tilstedeværelsen af de fine naale ikke kan bruges som kriterium paa en stor MgO'-gehalt, noget, som man af krystallografiske grunde paa forhaand kunde være tilböjelig til at tro.

I et mikroskopisk præparat af selve slagmassen fra Löfsjöen viser der sig mellem augit-stængerne, som i de forskjellige slags snit ofte kan tage sig yderst besynderlige ud, meget mere udkrystalliseret bisilikat, dels som vanlig og dels

som rhombisk pyroxen, end i selve de frit udviklede krystaller. Dette kan bero paa en ren tilfældighed, men det kan ogsaa tænkes at være begrundet deri, at krystallisationen har gaaet langsommere for sig inde i selve slagmassen end i dė i hulerum fremstikkende krystaller.

Slag fra *Wikmanshyttan 1867* (analyse no. 2). — Augitkrystaller, overtrukne af en manganhinde, sidder i druserum i den graa, grovkrystallinske slag. — I de mikroskopiske præparater viser det sig, at augit-stængerne her som i foregaaende slag kun udgjör ca. en trediedel af hele massen. — Slaggens chemiske sammensætning var oprindelig en del surere end bisilikat (surstofforhold 1 : 2,42), men efter at augit-stængerne havde dannet sig, maa moderluden have nærmet sig til trisilikat; under saadanne omstændigheder kan (se herom senere) meget godt et mineral af pyroxen-gruppen, men ikke et af olivingruppen, danne sig. — Ogsaa ved denne slag viser glasset undertiden dobbeltbrydning — paa grund af spænding — langs med de först udkrystalliserede stænger.

Samtlige krystaller sees i tversnit at være længere udtrukne efter klinoaxen, end söjlevinkelen skulde angive; fig. 7 viser dette begrundet deri, at der först har dannet sig en indre kjærne med begrænsning nogenlunde regelmæssig efter ∞P, men at væksten senere fornemmelig har gaaet for sig efter ∞P̶∞ (i projektion).

Slag fra *Ringshyttan pr. Nora* (analyse no. 1). — Slaggen er blaagrön, grovkrystallinsk, med indtil 2 cm. lange augitkrystaller, som er begrænsede af skinfladerne ∞P og et doma, rimeligvis et af dem, som optræder ved krystallerne fra Löfsjöen eller Wikmanshyttan. Opbygningen har fundet sted fuldstændig paa den vanlige vis. Mellemrummene mellem de större stænger indtages for en meget væsentlig del af fine augit-naale, som er orienterede som selve de större krystaller; saavidt det kan afgjöres, er der desuden lidt af den samme rhombiske pyroxen, som tidligere er beskrevet, samt en del glas.

Slag fra *Carlsdal* (analyse no. 7). — I en del druserum i den af porer opfyldte slag sidder der en mængde smaa, spidse krystaller, som tidligere er beskrevne (fig. 3). I snit ∸ ∞P∞ sees, at opbygningen af de först dannede stænger har gaaet for sig efter den vanlige lov. Naar enkelte smaa glas-interpositioner fraregnes, indtages mellemrummene her

fuldstændig af augit i samme krystallografiske stilling som den i selve stængerne værende. Ved nöjere undersögelse viser der sig mellem stængerne jævnlig fine linjer, som altid er indbyrdes parallelle, og som saaledes indtager en bestemt krystallografisk stilling i forhold til augit-krystallen; linjerne er fremkaldte dermed, at opbygningen af augiten i selve mellemrummene har gaaet for sig paa en lovmæssig maade, aldeles som ved opbygningen af selve ∞P & $5P$-stængerne. Ved undersögelse ved hjælp af udslukningsforholdene faaes, at linjerne ligger i den positive kvadrant i snittet $\infty \bar{P} \infty$; vinkelen med c-axen lod sig ikke bestemme med fuld nöjagtighed, idet de enkelte aflæsninger varierede mellem $58\frac{1}{2}°$ og 64°, middel 61°. Denne retning stemmer meget godt med $\bar{P}\infty$ (Groth) eller $\frac{3}{2}\bar{P}\infty$ (Naumann), som med c-axen danner vinkel 60° 47′.

Vi faar altsaa, at augit-molekylerne först har ordnet sig ind efter ∞P & $5P$, og, efterat disse var færdige, efter $\bar{P}\infty$(?). Betingelsen for, at den hele masse har kunnet krystallisere ud som pyroxen, er, at slaggens chemiske sammensætning staar meget nær bisilikat; i den her behandlede slag er surstofforholdet 1 : 1,97 (lerjorden som base).

Slag fra *Långshyttan 1861* (analyse no. 11) er graa, finkrystallinsk, viser smaa augit-krystaller. — I et mikroskopisk præparat af selve slagmassen sees en mængde individer af augit meget regelmæssig opbyggede efter de bekjendte love. Mellem de först dannede stænger ligger der fornemmelig augit, hist og her ogsaa noget glas.

Slag (ukjendt lokalitet, fra *Sverrige*) med större augitkrystaller, gave af Riksmuseum til Stockholms Högskola. — De 2—3 cm. lange, ofte meget regelmæssige krystaller, som meget let lader sig spalte efter ∞P, er begrænsede af skinfladerne ∞P og, saavidt det kan afgjöres, af $-\frac{3}{2}\bar{P}3$ (Groth) eller $\frac{3}{2}\bar{P}\infty$ (Naumann). Den sidste flade er undertiden kugleformig böjet, hvilket er begrundet deri, at enkelte af opbygningsdelene er komne længere frem eller tilbage, end den krystallografiske flade skulde angive. Enkelte krystaller ender i draabeformige halvkugler, hvilke ikke bestaar af glas, men af augit-substans.

Snit $\doteqdot \infty \bar{P} \infty$ viser meget smukt den generelle ∞P & $5P$' lov for opbygningen; mellemrummene mellem de först dannede augitstave er her som ved den foregaaende slag ogsaa augit, hvaraf sluttes, at den chemiske sammensætning er meget nær bisilikat.

Slag fra *Seglingberg nov. 1873* (analyse no. 4). — Slaggen, som er lysegraa af farve, er udviklet med en typisk stænglig struktur; de enkelte naale gaar omtrent parallelle. Under mikroskopet viser tykkelsen af hver enkelt naal sig i alm. at ligge mellem 0,10 og 0,25 mm.; en og samme naal kan i præparatet ofte fölges i længde ca. 1 cm. og derover; for blotte öje ser det ud, som om naalene ofte var 5 cm. lange og derover. — Naalene, som udelukkende bestaar af augit, viser sig i snit ⊥ c'-axen eller ⊥ længderetningen (se fig. 9.) at være meget regelmæssig begrænsede af ∞P, ∞P∞ og ∞P∞ samt meget let spaltbare efter den förste flade, lidt desuden ogsaa efter de to andre. I snit ∓ c'-axen ser man en udmærket god spaltbarhed efter c ɔ: efter ∞P og pinakoiderne. I regelen er naalene udtrukne efter c'-axen; undtagelsesvis danner dog naalenes længderetning, og det endog over större strækninger, en vinkel paa 15—18° med spaltbarheden ɔ: krystallen har her voxet frem ikke efter ∞P, men efter 5P. Paa flere steder kan det sees, at en naal efter ∞P grener sig i de to retninger efter 5P. Paa toppen er naalene dels uregelmæssig afrevne, dels regelmæssig begrænsede af krystallografiske flader, nemlig som ved de to förste beskrevne krystaltyper af hemipyramider i zonen — $\frac{1}{2}$P∞ : ∞P∞. — Hyppig er flere nærliggende naale krystallografisk orienterede paa samme maade; hver naal danner da kun et opbygningselement af et större individ.

Fig. 9.



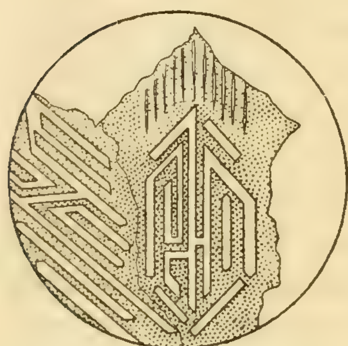
Stænglig augit, liggende i glas. (Fra Seglingberg nov. 1873). ($\frac{10}{1}$).

Slag fra *Næs i Dalarne 1875* (analyse no. 5). — Slaggen er lys graagul, bestaar af en hel del grove, nogenlunde parallelle, gjerne tynde og brede, stænger, som er adskildte fra hinanden ved luftporer. Under mikroskopet viser hver större stang sig at bestaa af en indre kjærne augit, som altid eller næsten altid er omgivet med et skal af glas. I snit lodret stavenes længderetning eller c'-axen (se fig. 10) viser de större augit-krystaller sig at være opbyggede af stave, fornemmelig efter det ene pinakoid (rimeligvis ∞P∞), mindre efter ∞P og efter det andet pinakoid. Hvor augit-krystallerne stöder op mod det ydre glas-skal, kan man ofte inde i glaset i retningen af det forherskende pinakoid se en hel del parallelle

meget fine naale, som bestaar af augit-substans, og som er krystallografisk orienterede som det nærliggende individ.

Vi maa efter dette tænke os, at krystallisations-processen har gaaet for sig paa fölgende maade: i den smeltende eller halvsmeltende masse begyndte augit-molekylerne (bisilikatet) at udsondre sig og ordne sig ind til krystaller efter visse krystallografiske flader; da de fysikalske forholde, rimeligvis begrundet deri, at massen blev for stærkt afkjölet og for meget seigtflydende, ikke længere tillod dannelsen af de större krystaller eller den ordinære vækst af disse, var der i det krystallen omgivende glas-skal endnu saa stærk krystallisationskraft igjen, at de her udskildte augit-molekyler fremdeles kunde ordne sig efter den mest udprægede opbygningsretning i den nærliggende krystal.

Fig. 10.



Augit, skaaret ⊥ c, liggende i glas. (Fra Næs i Dalarne). ($\frac{100}{1}$).

I snit ± c'-axen viser stavene de vanlige opbygningslove.

I det glas, som i alm. findes paa overfladen af augitslaggerne, ligger der ofte udskildt smaa kugler med radial struktur og samme udseende som den vanlige augit.

I en slag fra *Mohärnshytten 1867* (analyse no. 10) optræder der i den krystallinske del augit-krystaller (af den spidse typus) og i den glasagtige del smaa, krystallinske kugler. — En undersögelse af de sidste viser, at de bestaar af et lyst mineral, som optræder i smaa, böjede individer, hvoraf altid flere nær hinanden liggende er orienterede i omtrent den samme krystallografiske stilling. Mineralet slukker skjævt ud, maa altsaa være mono- eller asymetrisk. Inde i den krystallinske del af slaggen har vi tilsyneladende aldeles det samme mineral, og der kan vi med sikkerhed bestemme det som augit; videre, i flere af de i glas eller emalj liggende kugler, som senere skal beskrives, kan vi meget tydelig se en opbygning efter samme princip som den bekjendte ∞P & 5P' lov hos augiten. Der er saaledes al grund til at antage, at ogsaa det i kuglerne i den her behandlede slag optrædende mineral er augit.

Den nöjere beskrivelse af emaljslaggerne med dertil hörende augit-kugler og mikroliter(?) udsættes til senere.

Analyse af *augit-slagger*, ordnede efter surhedsgraden.

	No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.	No. 5.
SiO_2	61,52	58,6	57,80	57,69	55,74
Al_2O_3	5,58	3,7	1,48	2,88	2,30
CaO	17,53	25,3	27,60	26.73	19,67
MgO	12,63	7,0	9,55	9,50	14,57
MnO	0,38	2,6	1,47	2,55	5,66
FeO	1,75	2,6	1,13	0,92	1,15[1]
Summa	99,49	99,8	99,03	100,27	99,43

Surstofgehalterne i

	No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.	No. 5.
O i SiO_2	32,81	31,2	30,83	30,77	29,73
» » Al_2O_3	2,65	1,7	0.69	1,34	1,07
» » CaO	5,01 } 10,54	7,2 } 11,2	7,89 } 12,29	7,64 } 12,21	5,62 } 12,96
» » MgO	5,05	2,8	3,82	3,80	5,82
» » MnO	0,09	0,6	0,33	0,57	1,28
» » FeO	0,39	0,6	0,25	0,20	0,26
Surstofforhold [1])	1 : 2,49	1 : 2,42	1 : 2,38	1 : 2,27	1 : 2,12

Analyse af *augit-slagger*.

	No. 6.	No. 7.	No. 8.	No. 9.	No. 10.	No. 11.
SiO_2	55,90	56,73	54,68	52,90	54,50	51,5
Al_2O_3	4,16	7,04	4,79	4,10	4,90	4,6
CaO	28,72	18,80	23,70	28,26	21,10	25,3
MgO	7,45	16,43	13,87	8,70	16,00	12,4
MnO	3,29	0,10	0,97	1,95	2,28	2,6
FeO	1,10	0,48	1,85	2,29	1,20	3,8
K_2O	—	—	—	0,51	—	—
Na_2O	—	—	—	0,53	—	—
Summa	100,42	99,58	99,88	99,24	99,98	100,2

[1]) ɔ: surstoffet i baserne, hvori Al_2O_3 er medregnet, divideret i surstoffet i kiselsyren.

Surstofgehalterne i

	No. 6.	No. 7.	No. 8.	No. 9.	No. 10.	No. 11
O i SiO_2	29,81	30,26	29,16	28,21	29,07	27,5
» » Al_2O_3	1,94	3,28	2,23	1,91	2,28	2,1
» » CaO	8,15	5,37	6,59	8,07	6,03	7,2
» » MgO	2,98 } 12,11	6,57 } 12,07	5,54 } 12,76	3,48 } 12,73	6,40 } 13,21	5,0 } 13,
» » MnO	0,74	0,02	0,22	0,44	0,51	0,6
» » FeO	0,24	0,11	0,41	0,51	0,27	0,8
» » Alk	—	—	—	0,23	—	—
Surstofforhold	1 : 2,12	1 : 1,97	1 : 1,94	1 : 1,93	1 : 1,88	1 : 1,78

Analyse af *augit-slagger.*

	No. 12.	No. 13.	No. 14.	No. 15.	No. 16.
SiO_2	50,85	53,57	53,17	52,17	50,20
Al_2O_3	1,33	6,45	5,27	3,83	3,86
CaO	29,19	22,12	20,75	24,41	27,22
MgO	12,04	16,42	17,70	16,75	10,88
MnO	5,13	0,57	2,47	1,76	5,44
FeO	1,16	0,68	0,43	0,68	1,80
Summa	99,70	99,81	99,79	99,60	99,40

Surstofgehalterne i

	No. 12.	No. 13.	No. 14.	No. 15.	No. 16.
O i SiO_2	27,12	28,57	28,36	27,82	26,77
» » Al_2O_3	0,62	3,01	2,46	1,78	1,80
» » CaO	8,34	6,32	5,93	6,97	7,78
» » MgO	4,81 } 14,57	6,56 } 13,16	7,07 } 13,66	6,69 } 14,21	4,35 } 13,76
» » MnO	1,16	0,13	0,56	0,40	1,25
» » FeO	0,26	0,15	0,10	0,15	0,40
Surstofforhold	1 : 1,78	1 : 1,77	1 : 1,76	1 : 1,73	1 : 1,72

Samtlige her undersögte augit-slagger er fra masovne.

No. 1. Fra *Ringshyttan ved Nora* (analyseret af E. BERGMAN). Se tidligere beskrivelse.

No. 2. Fra *Wikmanshyttan 1867* (B. WYKANDER). Se tidligere beskrivelse.

No. 3. Fra *Seglingberg 16:de nov. 1873* (F. BERGENDAL). Graagrön, grovkrystallinsk slag med indtil 2 cm. lange augit-krystaller.

No. 4. Fra *Seglingberg nov. 1873* (OSCAR LAMM). Stænglig, se tidligere beskrivelse.

No. 5. Fra *Næs i Dalarne 1875* (K. N. LAGERKVIST). Se tidligere beskrivelse.

[1]) samt 0,34 % CaS.

No. 6. Fra *Wikmanshyttan 1864*. Grönt glas med lyse augit-krystaller.

No. 7. Fra *Carlsdal* (C. W. WAHLMAN). Se tidligere beskrivelse.

No. 8. Fra *Sunnemo 1866* (H. LUNDIN). Graa, krystallinsk slag med smaa, utydelige augit-krystaller.

No. 9. Fra *Löfsjöen 1854* (L. OTTELIN). Se tidligere beskrivelse.

No. 10. Fra *Mohärnshyttan 1867* (J. S. EDÉN). Se tidligere beskrivelse.

No. 11. Fra *Långshyttan 1861* (C. G. LINDEGREN). Se tidligere beskrivelse.

No. 12. Fra *Dädran 1830* (A. LENHARDTSEN). Slag med graa, tynde krystalnaale, efter al sandsynlighed augit, samt graagrönt glas.

No. 13. Fra *Gammelstilla 1865* (TH. LINDBERG). Fine, klare augit-krystaller, se tidligere beskrivelse.

No. 14. Fra *Uddeholmshyttan 1866* (R. KLINGBERG). Gulgraa, grovkrystallinsk slag med spidse augit-krystaller.

No. 15. Fra *Löfsjöen* (T. ROOTH). Graa, stænglig slag med store, tynde og flade augit-krystaller.

No. 16. Fra *Bånglro 1879* (C. G. DAHLERUS). Temmelig finkrystallinsk, lysegraa slag med smaa augit-krystaller.

Rhombisk pyroxen (enstatit).

De tre fölgende slagger er fra *Söderfors, maj 1883.*

N:o 1. Graa slag med en tynd glashinde, blev med forsæt afskjölet extraordinært langsomt, idet den udstöbte slagsten strax stilledes mellem en hel del andre, endnu glödende, hvorved udstraalingen modarbejdedes. For at forsöge at faa gode krystaller blev den endnu flydende kjærne af slagstenen efter en stunds förlöb tappet ud, saa der blev et stort hulerum i midten. Hovedöjemaalet opnaaedes vistnok ikke, men man fik slaggen stænglig udviklet, idet de enkelte individers længderetning med temmelig stor regelmæssighed blev staaende lodret paa afkjölingsfladerne; det gik saaledes an at faa delvis orienterede præparater af slaggen.

I snit lodret paa længderetningen, som viser sig at være mineralets c'-axe (se fig. 11), har vi det vanlige augit-tversnit; opbygningen har fornemmelig gaaet for sig efter det ene pinakoid, mindre efter det andet og efter ∞P.

I snit parallel længderetningen sees de större individer at bestaa af flere parallelle længde-stave, fra hvilke der har udgaaet en opbygning efter visse skraa-retninger; den hele masse slukker altid ud samtidig ɔ: opbygningens forskjellige dele er krystallografisk orienterede paa samme maade. Fra hver længde-stav udgaar der i alm. opbygning kun efter en enkelt skraa retning, hvorved mineralet ved förste öjekast faar et mono- eller asymetrisk udseende; men naar man fölger det af flere parallelle opbygningsstave bestaaende individ til siden, træffer man altid længde-stave, hvorfra udgaar skraa opbygning symetrisk med den förste. Vi faar allerede herved et kriterium paa, at den her optrædende pyroxen rimeligvis maa tilhöre det rhombiske system. — Udslukningen gaar altid med, saavidt det kan afgjöres, fuld mathematisk nöjagtighed efter selve længde-stavene, hvoraf vi slutter, at mineralet er rhombisk [1]).

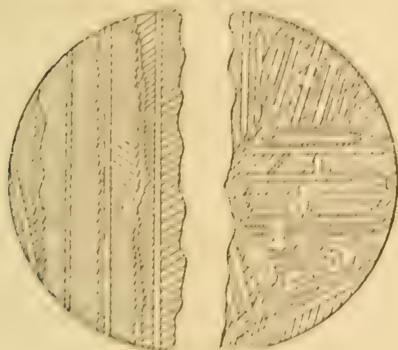
Efter snittenes beliggenhed danner projektionen af den sekundære opbygningsretning alle mulige vinkler mellem

[1]) Den mulighed kunde ogsaa tænkes, at mineralet var monosymetrisk, i hvilket tilfælde længde-stavene maatte ligge i symetriplanet og af en eller anden tilfældig grund falde sammen med den ene bisektrix. Denne forklaring vilde dog være höjst usandsynlig, ikke mindst fordi selve opbygningen tyder paa det rhombiske system, og fordi, som skal sees ved næste slag, typisk monosymetrisk augit optræder sammen med det her behandlede mineral.

90° og ca. 52° med c'-axen ɔ: opbygningen maa have fundet sted efter et doma; om dette er et makro- eller et brachydoma, kan desværre ikke afgjöres, da vi ikke kan faa bestemt orienterede snit[1]).

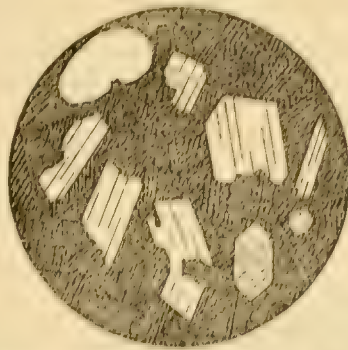
Den rhombiske pyroxen har matte interferensfarver i snit ⊥ c, derimod levende i snit ≠ c. — Mellem de enkelte opbygningsstave ligger der hyppig lidt glas, altid dog kun ganske lidet; vi slutter heraf, at slaggen er omkring bisilikat, noget som stemmer med beskikningsforholdene[2]).

Fig. 11.



Snit ≠ c. Snit ⊥ c.
Snit af rhombisk pyroxen.
(Fra Söderfors, mai 1883, (no. 1)).
($\frac{50}{1}$.)

Fig. 12.



Augit, porfyrisk i rhombisk pyroxen.
(Fra Söderfors, mai 1883, (no. 2)).
($\frac{50}{1}$.)

No. 2. (Söderfors, maj 1883.) — Slaggen er finkrystallinsk, porös; i druserum sidder en mængde smaa, frit udviklede augit-krystaller, som paa overfladen er overtrukne med en manganhinde.

Det mikroskopiske præparat (se fig. 12) viser os en mængde store, klare krystaller, som ligger fuldstændig porfyrisk udskildte i en graa, finkornig grundmasse. — Man kan meget let overbevise sig om, at de store krystaller, som i alm. er begrænsede af meget vel udviklede flader, bestaar af vanlig augit. I snit ⊥ c sees de begrænsende flader at være en söjle (∞P), hvis flader danner en vinkel paa ca. 90° med hinanden, samt et pinakoid (rimeligvis ∞P∞); efter ∞P er der en udmærket god spaltbarhed, efter pinakoiderne en daarlig. Paa toppen er krystallerne begrænsede af en flade (rimeligvis hemi-

[1]) Da makro- och brachy-axen er omtrent lige store, vil coefficienten for domaet i begge tilfælde blive den samme. Vi har rimeligvis for os enten 2P̄∞, hvorved vinkelen mod c vilde blive 48° 45', eller 2P̆∞, hvorved vinkelen vilde blive 49° 34'.

[2]) Slaggen er falden ved blæsning af export-stöbejern af de basiske Dannemora-malme med nogen tilsats af de sure Norbergs-malme.

pyramide) i zonen — $\frac{1}{2}P\infty : \infty P \infty$ samt af en ikke nöjere bestembar flade i den positive kvadrant. Krystallerne er temmelig ofte sönderbrudte, hvilket viser, at de allerede var færdig dannede, medens slaggen endnu var i en saa pas flydende tilstand, at den kunde bevæge sig. — Udslukningen danner i de $\neq \infty P \infty$ gaaende snit her som i vore övrige augit-krystaller en vinkel paa ca. 39° med c'-axen.

Grundmassen bestaar af en mængde temmelig smaa krystaller, som viser rhombisk udslukning, og som har fuldstændig den samme opbygning som det i den foregaaende slag optrædende mineral ɔ: grundmassen bestaar efter al sandsynlighed af rhombisk pyroxen.

Vi faar altsaa herved som det næsten utvivlsomme resultat, at först har den vanlige augit krystalliseret ud og senere den rhombiske (den MgO-rige); det vil erindres, at til et lignende resultat er vi lejlighedsvis ogsaa tidligere komne, kun med den forskjel, at i den sidst behandlede slag optræder augiten i vel udviklede og fuldstændig færdige krystaller, i de tidligere derimod kun i krystalskelet.

No. 3. (Söderfors, maj 1883). — Slaggen er lysegraa, finkrystallinsk og har en lys manganhinde. Under mikroskopet viser slaggen sig at bestaa af en mængde smaa krystaller, som i de forskjellige snit dels viser de vanlige pyroxen-tversnit $\perp$ c og dels de snit af rhombisk pyroxen $\neq$ c, som er nöjere beskrevne under slag no. 1. I snit $\perp$ c sees spaltbarhed saavel $\neq \infty P$ som $\neq$ et pinakoid. — Foruden den rhombiske pyroxen synes der i denne slag ogsaa at være lidt af den vanlige augit.

Da de tre sidstnævnte slagger er faldne næsten samtidig og af omtrent den samme beskikning, maa de i det hele og store taget have den samme chemiske sammensætning; den rhombiske pyroxen spiller hovedrollen i alle tre, men ellers er slaggernes typus temmelig variabel, hvilket maa være begrundet i mindre forandringer i de fysikalske og chemiske forholde. — Nogen chemisk analyse foreligger desværre ikke af nogen af slaggerne, men da de er faldne af Dannemora-malme, kan man slutte, at MgO-gehalten er noget höjere i forhold til CaO-gehalten, end vanligt er i de svenske slagger; antagelig er der mindst 1 MgO : 1 CaO, men neppe mere end 1,5 MgO : 1 CaO. Af mineralogiske grunde skulde man ikke paa forhaand være tilböjelig til at tro, at der ved en for-

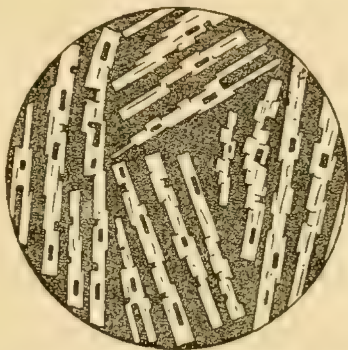
holdsvis saa stor CaO kunde danne sig en rhombisk pyroxen; da der i en af slaggerne först har dannet sig alm. augit, kan det sluttes, da slaggernes chemiske sammensætning har ligget paa grænsen mellem den, som danner monosymetrisk og den, som danner rhombisk pyroxen.

Wollastonit.

De to her undersögte wollastonit-slagger har samme slags makroskopiske struktur, idet de begge bestaar af en mængde lange, temmelig smale og meget tynde blade, hvoraf der ofte ligger flere paa hinanden; bladene eller bladgrupperne er indbyrdes nogenlunde parallelt anordnede. — Begge slagger er mörke graa, hvilket er begrundet i den temmelig store FeO'-gehalt (resp. 1,16 og 2,6 % FeO).

Slag fra *Högfors, 14:de marts 1874* (analyse no. 17). — I snit lodret paa bladenes længderetning (se fig. 13) sees en mængde lange og tynde tavler, hvoraf i alm. flere er stillede indbyrdes omtrent parallelle, den ene bag den anden, dannende paa den maade et större individ. Parallel tavleretningen gaar der en ganske god spaltbarhed og omtrent lodret samme en lidt daarligere, langs hvilken flade tavlerne paa toppen er afskaarne. Udslukningen danner en vinkel mellem $31\frac{1}{2}°$ og $37°$, middel altsaa ca. $34\frac{1}{4}°$, med tavlernes længderetning.

Fig. 13.



Snit af wollastonit, skaaret ⊥ paa orthoaxen. (Fra Högfors, 14:de marts 1874). ($\frac{50}{1}$.)

I præparat sleben parallel bladenes længderetning har man efter samme en udmærket god spaltbarhed, som udslukningen i de fleste snit fölger med absolut nöjagtighed; i enkelte snit synes udslukningen at danne en vinkel med længdeaxen paa indtil 5°, noget, som rimeligvis kommer deraf, at snittene er lidt skjæve, idet bladene i slaggen kun tilnærmelsevis er parallelle.

Efter de krystallografiske forholde maa mineralet tilhöre enten det monosymetriske eller det asymetriske system; da udslukningen i snit parallel bladenes længderetning fölger efter denne og efter spaltbarheden, er det sandsynligt, at mineralet tilhörer det monosymetriske system, og at det er

udtrukket efter orthoaxen. — Vi skal se, at alle vore observationer meget nöjagtig stemmer med wollastonit; denne er som bekjendt næsten altid tavleformig udviklet efter ∞P∞ samt udtrukken efter orthoaxen, hvilket, som netop paavist, ogsaa synes at maatte være tilfælde med vort mineral. Efter *Des-Cloiseaux* danner hos wollastonit den positive bisektrix en vinkel paa 57° 48′ med en normal paa hans flade p (ɔ: NAUMANN-ZIRKELS flade ∞P∞), altsaa en vinkel paa 32° 12′ med selve fladen ∞P∞; hos vort mineral fandt vi vinkel ca. $34\frac{1}{4}$°, altsaa meget nær det samme. — Den i naturen optrædende wollastonit har ifölge NAUMANN-ZIRKEL fuldkommen spaltbarhed efter to flader, nemlig ∞P∞ og OP, og efter de forskjellige iagttagere dels ligesaa god og dels daarligere efter to orthodomer. Vort mineral har en meget god spaltbarhed efter selve tavleretningen ɔ: den for ∞P∞ antagne flade, samt en ikke fuldt saa god efter en flade, som staar omtrent lodret paa den förstnævnte ɔ: efter OP; til de övrige spaltbarheder kan vi ikke mærke noget. — Endelig viser den chemiske sammensætning, at vort mineral maa karakteriseres ved forbindelsen CaO. SiO_2 eller $CaSiO_3$, noget, som maa være det afgjörende kriterium paa, at vi her har med wollastonit at gjöre. Som vi senere skal paavise, optræder der i de sure slagger neppe nogensinde andre mineraler end de forskjellige til pyroxen-gruppen henhörende; vi maa altsaa i den foreliggende slag allerede paa forhaand vente et pyroxenmineral. Som vi har seet, passer beskrivelsen godt paa det, som vi efter den dominerende base kunde vente, men derimod ikke paa noget af de andre.

Hos den her behandlede wollastonit kan man ikke mærke spor af pleochroisme; i snit parallel tavlernes længderetning (orthoaxen) er interferensfarverne matte, i snit lodret samme derimod meget levende. Mellem de enkelte tavler og for en del ogsaa inde i samme i smaa rum, begrænsede af ∞P∞ og OP, ligger der et skiddent graat glas, som udgjör ca. halvparten af den hele masse. I snit ╪ orthoaxen sees et par smaa individer af augitens udseende og optiske forholde; deres længdeaxe (c’-axen) er parallel med wollastonitens orthoaxe (b’-axen).

Slag fra *Tansâ 1852* (analyse no. 18). — Slaggen ligner næsten i enhver henseende den foregaaende, kun at bladene her ikke er fuldt saa parallelle, men mere vifteformig eller

negformigt grupperede, og at i de mikroskopiske præparater de enkelte blade efter $\infty P \infty$ kan sees at være forholdsvis længere og tyndere, og at fladen OP med tilhörende spaltbarhed ikke er saa fremtrædende. Mellem de större grupper af nogenlunde parallelle blade ligger der paa flere steder en mængde smaa, böjede og buskformig forgrenede individer, som synes at bestaa af det samme mineral. — Ogsaa i denne slag er der temmelig meget glas.

Analyse af *wollastonit-slagger.*

	Chemiske sammensætning.			Surstofgehalterne i			
	No. 17.	No. 18.		No. 17.		No. 18.	
SiO_2	55,92	53,5	O i SiO_2	29,82		28,53	
Al_2O_3	2,35	2,2	» » Al_2O_3	1,10		1,02	
CaO	32,46	35,4	» » CaO	9,27	11,98	10,11	12,54
MgO	4,43	2,6	» » MgO	1,77		1,04	
MnO	3,04	3,6	» » MnO	0,68		0,81	
FeO	1,16	2,6	» » FeO	0,26		0,58	
Summa	99,36	99,9	Surstofforh.	1 : 2,28		1 : 2,10	

No. 17. Masovnsslag fra *Högfors, 14 marts 1874*, se tidligere beskrivelse. (Analyseret af J. G. CLASON).

No. 18. Massovnsslag fra *Tansä 1852*, se tidligere beskrivelse. (B. SANTESSON).

Rhodonit

er tidligere lejlighedsvis bleven fundet af WIESER[1]) i stelvæggene i en masovn ved Plons (Frankrige); de erholdte krystaller bestod af trikline prismer samt fladen h, efter DES-CLOISEAUX's stilling ɔ: $\infty \bar{P} \infty$, $\infty \breve{P} \infty$, $\infty P'$ og ∞P efter v. KOKSCHAROW's og NAUMANN-ZIRKELS stilling. — M. BOURGEOIS[1]) erholdt rhodonit ved simpelthen at smelte sammen mineralets bestanddele og derpaa afkjöle hurtigt; man kan heraf slutte, at rhodonit er et mineral, som med stor lethed danner sig ved smeltning, og det er derfor meget naturlig, at de mangan-

[1]) Se F. FOUQUE et MICHEL LÉVY. Synthèse des minéraux et des roches 1882.

rige slagger af sammensætning omkring bisilikat individualiserer sig til rhodonit.

De slagger, hvori forf. har fundet rhodonit at indgaa som det eneste eller som det vigtigste mineral, skriver sig dels fra bessemerblæsning af manganrigt rujern og dels fra speiljernsblæsning i masovn. Rhodonit-slag kan neppe, naar rene undtagelses-tilfælder fraregnes, dannes ved andre metallurgiske processer, da man ellers aldrig har manganoxydul som den eneste eller som den karakteriserende base i slaggen, men til gjengjæld danner rhodonit sig saa meget oftere ved bessemerblæsninger.

I Bergskolans samlinger findes en större pragtstuf af rhodonit-krystaller fra *Westanfors* jernværk (blæsning den *24:de sept. 1874*); slaggen blev dannet ved manganens og kiselens oxydation under selve bessemerprocessen; efterat jernet var bleven stöbt ud i kokillerne, lod man slaggen rinde ud i en form for sig. Krystallerne er lidt gjennemsigtige, brune af farve, har undertiden svag metalglans; de sidder i et eller et par större druserum. Krystallernes længde naar op til 2 cm.

I det fölgende vælges den af Dauber foreslaaede og af v. Kokscharow (Materialien zur Mineralogie Ruslands, Band 4) og Naumann-Zirkel vedtagne krystallografiske stilling for rhodoniten, hvorved man opnaar at faa de her omhandlede krystallers længderetning til vertikalaxe og de mest fremtrædende flader til pinakoider. Groths stilling, hvorved rhodonitens analogi med de övrige augitmineraler paa den tydeligste maade fremgaar, vilde her ikke være heldig af hensyn til tegningerne. For sammenligningens skyld gjengives de vigtigste former med betegnelserne efter begge opstillingsmaader.

Krystallerne i slaggen fra *Westanfors* ($\frac{24}{9}$ 1874) er udviklede efter a ($\infty \breve{P} \infty$) samt opbyggede efter samme flade, idet hver större krystal bestaar af en hel del mindre individer, som er lagt paa hinanden næsten aldeles parallelt efter denne flade (se fig. 14). Som senere skal omtales, gjentager dette fundament for opbygningen sig ogsaa ved alle de övrige undersögte rhodonit-slagger, hvor mineralet optræder i stænger og ikke i fuldt udviklede krystaller[1]).

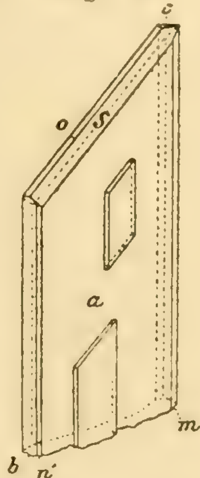
[1]) Det kan her bemærkes, at jeg, efterat manuskriptet var færdigt, ved en rejse til et par svenske bessemmerværk (Sandviken og Domnarfvet) havde anledning til i bessemmer-slaggerne at se en mængde smukke og store rhodonit-krystaller, samtlige udviklede som de her beskrevne.

De optrædende former er (se fig. 14):

	a	b	n′	o	s	c	
v. KOKSCHAROW	$\infty\breve{P}\infty$	$\infty\bar{P}\infty$	$\infty,\breve{P}3$	$'\bar{P}'\infty$	$2'\breve{P}2$	OP	$12\breve{P}'12$(?).
GROTH..........	OP	$\infty P,$		$\infty\breve{P}\infty$		$\infty,'P$	

De smaa opbygningsdele giver hver for sig i alm. meget gode speil ved maalinger i reflektions-goniometer, men da de forskjellige elementer ikke er ganske parallelle, blir de fleste maalinger temmelig unöjagtige; kun vinkelen $\infty\breve{P}\infty : \infty\bar{P}\infty$ har ladet sig bestemme med fuld paalidelighed. — Vinkelen mellem zonen $\infty\bar{P}\infty : '\bar{P}'\infty$ er dels maalt med anlægs-goniometer og dels under mikroskopet; $\infty,\breve{P}3$ og $2'\breve{P}2$ gav i reflexions-goniometer daarlige speil, men dog saa pas gode, at fladerne er bestemte med fuld sikkerhed; $12\breve{P}'12$(?) derimod var saa slet udviklet, at formen ikke er endelig afgjort. Fladen ligger i zonen $\infty\breve{P}\infty : '\bar{P}\infty$ — paa den anden side af $2'\breve{P}2$ —, den maa altsaa have formen $n\breve{P}'n$; coefficienten n maa efter maalingerne ligge mellem 10 og 14. — OP er overalt liden og temmelig utydelig; den karakteriseres derved, at den ligger i zonen OP : $\infty\breve{P}\infty$, og at den staar omtrent lodret paa $\infty\breve{P}\infty$. Fladen kunde tænkes at være et brachydoma, som skjærer makroaxen i meget stor afstand; denne antagelse vilde dog være höjst urimelig, dels fordi spaltbarheden synes at gaa parallel fladen, og dels fordi OP er en af de vanligste former hos rhodoniten.

Fig. 14.



	Maalt.	Beregnet [1].
$\infty\breve{P}\infty : \infty\bar{P}\infty$	111° 6½′	111° 8′
$\infty\breve{P}\infty : \infty,\breve{P}3$	ca. 151° 27′	150° 53′
$\infty\bar{P}\infty : '\bar{P}'\infty$	129½°—132°	131° 28′
$\infty\breve{P}\infty : 2'\breve{P}2$	136°—139°	138° 43′
$\infty\breve{P}\infty : 12\breve{P}'12$ (?)	ca. 170°	——
$\infty\breve{P}\infty$: OP (?)	ca. 87°	87° 38′

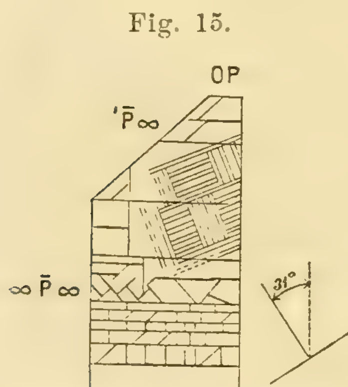
Rhodonitens optiske forholde har endnu ikke været gjenstand for nogen detailleret undersögelse; DES-CLOISEAUX bemærker kun, at de optiske axers plan er omtrent lodret paa OP og danner en vinkel paa ca. 18° med kanten OP : $\infty\breve{P}\infty$. Hertil kan föjes et par suplerende bemærkninger: i et snit

[1]) Efter v. KOKSCHAROW's axeforhold og vinkler.

⊥ c'-axen af stænglig rhodonit (se fig. 16, fra Westanfors bessemmerblæsning 1878) danner udslukningen en vinkel paa ca. 19° med kanten $\infty\bar{P}\infty$: OP og 50° eller 130° (ikke 88° eller 92°) med $\infty\breve{P}\infty$. — I et par orienterede krystalsnit, slebne ⫲ $\infty\breve{P}\infty$, danner udslukningan en vinkel paa ca. 31° (eller 59°) med c'-axen; for endelig at angive forholdet kan anföres, at den retning, som danner vinkel 31° med c, samtidig danner vinkel 79½° (eller 100½°), ikke 161½° (eller 18½°), med $'\bar{P}'\infty$. — Bestemt orienterede snit ⫲ $\infty\bar{P}\infty$ har jeg ikke kunnet faa.

Rhodoniten viser sig i de mikroskopiske præparater (se fig. 15 & 16) at have en udmærket god spaltbarhed efter OP og en ikke fuldt saa god efter $\infty\bar{P}\infty$; i de fleste snit er der desuden ganske god spaltbarhed efter $'\bar{P}'\infty$, undertiden ogsaa efter $_{,}\bar{P}_{,}\infty$ samt muligens efter $3'\bar{P}'\infty$(?) og $\frac{1}{2}{}_{,}\bar{P}_{,}\infty$ (?). Som tidligere omtalt, er krystallerne altid skalformig opbyggede efter $\infty\breve{P}\infty$; denne flade synes paa de fleste steder desuden at være en temmelig god spaltbarhedsflade.

Fig. 15.



Rhodonitkrystal, sleben ⫲ $\infty\breve{P}\infty$, visende spaltbarhed og opbygning. (Fra Westanfors, $\frac{24}{5}$ 1874).

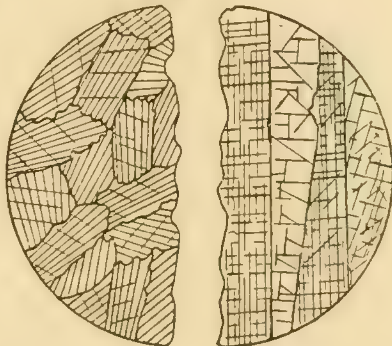
I et par mikroskopiske præparater, slebne ⫲ $\infty\breve{P}\infty$, af slaggen fra Westanfors (1874) viser der sig paa flere steder en gitterformig opbygning (se fig. 15), svarende til den, som finder sted hos f. ex. augit og olivin. Bestemmelsen af opbygningsretningerne har ikke kunnet finde sted paa andet maade end ved aflæsninger under mikroskopet i forhold til spaltningsretningerne. Den ene retning maa med næsten fuld sikkerhed antages at være $3_{,}\bar{P}_{,}\infty$; dennes vinkel med c'-axen er maalt til ca. 20½°—21° og beregnet til 22° 2'. Den anden retning er sandsynligvis $\frac{1}{2}'\bar{P}'\infty$; dennes vinkel med c'-axen er maalt til ca. 68½° og beregnet til 69° 57½'; havde coefficienten været $\frac{2}{3}$, skulde vinkelen have været 65° 42'. — Det bemærkes, at de to opbygningsretninger staar næsten lodret paa hinanden (danner vinkel 91° 59½' med hinanden).

Et mikroskopisk præparat af den *bessemer-slag*, som förer de vakre rhodonit-krystaller (*Westanfors* $\frac{16}{9}$ *1874*, analyse no. 19), viser den samme stænglige udvikling samt opbygning

efter $\infty \breve{P} \infty$, som vi nöjere skal beskrive ved den næste slag. — Mellem de enkelte, krystallografisk omtrent parallelt ordnede rhodonit-stænger ligger der næsten overalt et stængligt (eller pladeformigt) mineral, som, i modsætning til rhodoniten, viser meget levende interferensfarver. Det nye mineral ligger oftest med sin længdeaxe mellem de lange rhodoniter, men undertiden sidder det ogsaa paavoxet disse; man kan heraf slutte, at först har rhodoniten krystalliseret ud og dernæst det andet mineral. Dette sidste har spaltbarhed langs længderetningen og slukker overalt ud langs samme ɔ: mineralet maa være rhombisk. Man kunde forelöbig tænke paa en rhombisk pyroxen, men for det förste holder slaggen kun spor af MgO, og videre vil moderluden, naar rhodoniten har krystalliseret ud, være bleven saa basisk, at noget nyt pyroxenmineral ikke har kunnet danne sig.

Efter al sandsynlighed maa mineralet være fayalit, med hvilket det ogsaa stemmer i udseende, interferensfarver m. m. Vi skal ved en simpel beregning försöge at anskueliggjöre forholdet: rhodonit, som efter et skjön udgjör ca. $^2/_3$ af hele massen, har först krystalliseret ud og derved optaget i sig MnO og FeO — hvordan forholdet mellem disse to har været, kan væreos omtrent ligegyldig, da Mn og Fe har omtrent samme atomvægt — samt $Al_2\,O_3$, den sidste rimeligvis som $Al_2O_3\,(SiO_2)_3$ eller $Al_2Si_3O_9$. Den resterende trediepart vil, naar rhodoniten er færdig, have faaet et surstofforhold ca 1 : 1,15; baserne vil være FeO med MnO samt spor af CaO. Som vi senere skal se, er det mineral, som under disse omstændigheder krystalliserer ud, altid fayalit. — Hvad der ikke har krystalliseret ud som fayalit, er bleven til glas.

Fig. 16.



Snit ⊥ c. Snit ∥ c.
Stænglig rhodonit.
(Fra Westanfors 1878). ($^5/_1$).

Den förste af mig undersögte og bestemte rhodonit-slag var ogsaa en bessemer-slag fra Westanfors (aar 1878).

Slaggen er rödbrun af farve, lidt gjennemsigtig og er i en typisk grad udviklet med stænglig struktur. Stængerne, som staar lodret paa afkjölingsfladen, har oftest en længde af 5—10 cm. og en bredde af i höjden 0,1 cm. — I snit lodret

stængernes længderetning viser slaggen sig at bestaa af en mængde smaa individ-grupper, hver enkelt sammensat af en hel del næsten parallelle tavler (se fig. 16 a). Hver gruppe er gjennemsat af en fælles, oftest meget god, spaltbarhed, som danner en vinkel paa ca. 67° med sammensætningsplanet; langs det sidste synes der ogsaa paa et par steder at gaa en spaltbarhed. Udslukningsretningen danner vinkel paa ca. 19° med spaltbarheden og ca. 50° med sammensætningsplanet. — I snit langs stængernes længderetning (se fig. 16 b) viser opbygningen sig paa den maade, at de större stænger i alm. bestaar af en hel del næsten parallelt orienterede naale ɔ: projektion af tavlerne. Hver individ-gruppe er gjennemsat af flere fælles spaltbarhedsretninger, en meget god, som danner vinkel ca. 87° eller 93° med længderetningen, en ikke fuldt saa god, som danner vinkel ca. 49° med samme retning samt paa flere steder en symetrisk beliggende mod den sidste i forhold til længderetningen; desuden er der spaltbarhed efter endnu et par skraa retninger, som ikke nöjere er bestemte, samt efter selve længderetningen. Udslukningsvinkelen mod denne varierer mellem 10—15° og 36°. — Efter disse iagttagelser bestemtes mineralet for det förste at være asymetrisk; de forskjellige spalteretninger samt de optiske forholde befandtes at stemme i enhver henseende saa nöjagtig med rhodonit, at mineralet ikke kunde være andet end dette. Stængernes længderetning bestemtes at være c-axen og sammensætningsplanet at være $\infty \breve{P} \infty$, et resultat, som stemmer særdeles godt med den senere foretagne — her tidligere refererede — undersögelse af de frit udviklede rhodonit-krystaller.

Nogen chemisk analyse af slaggen haves desværre ikke; efter slaggens udseende og efter selve hytteprocessens natur[1]) maa slaggen være meget rig paa MnO, og da der neppe engang er spor af glas tilstede, maa den chemiske sammensætning være meget nær bisilikat.

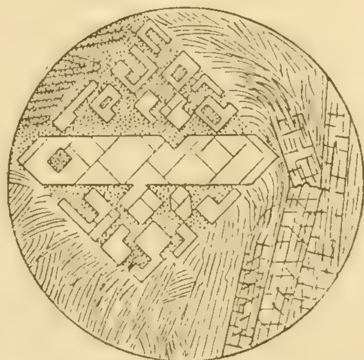
Masovns-slag fra Hofors (*1851*), falden ved blæsning af manganrigt tackjern (med 2,16 % Mn). Analyse no. 20 er middel af tre forskjellige analyser, som indbyrdes stemmer meget nöje overens, hver af en af de tre forskjellige dele, hvoraf slaggen bestaar; den ene del er grov-krystallinsk, be-

[1]) Det af masovnen kommende tackjern holdt 4,36 % Mn, bessemerproduktet derimod kun 0,216 % Mn; differancen gik ved blæsningen i slaggen.

staaende af store, graa partier, som indeholder de velkjendte augit-krystaller, med en mörkebrun, krystallinsk mellemmasse; den anden del bestaar af mörkebrunt glas med smaa lyse, krystallinske kugler (diameter 0,3—1 cm.) med radiel struktur, og den tredie del bestaar af grönt glas. — Paa grund af enheden i den chemiske sammensætning kan man slutte, at de forskjellige modifikationer, hvorunder slaggen optræder, maa skyldes differentser af fysisk og ikke af chemisk natur; hermed stemmer ogsaa, at det brune glas findes ved slaggens overflade, medens den krystallinske del danner selve kjærnen.

Under mikroskopet viser de smaa kugler, som ligger i det brune glas, sig at bestaa af et fint, naaleformigt mineral, oftest ordnet i negformige og buskformige grupper. Mellem de enkelte, fine naale ligger der undertiden lidt glas. — Paa enkelte steder er de forskjellige naale samlede til individgrupper, idet de er indbyrdes parallelle og krystallografisk orienterede paa tilnærmelsevis den samme maade. Omtrent lodret paa længde- og sammenvoxningsretningen gaar der en meget god spaltbarhed; videre er der paa mange steder en ikke fuldt saa god spaltbarhed, som danner vinkel ca. 45° med længderetningen, samt flere daarlige, som ikke lader sig nöjere bestemme. — Mineralet slukker altid skjævt ud; vinkelen med længderetningen varierer mellem 10 og 35°.

Fig. 17.



Pyroxen og rhodonit. (Fra Hofors 1851). (10/1).

Efter disse forholde maa mineralet enten være mono- eller asymetrisk; da jeg ikke kunde finde et eneste snit, hvor udslukningen gik parallel med længderetningen, er der störst sandsynlighed for, at det maa være asymetrisk. Efter spaltbarheden kan det ikke være augit, som man efter sammensætningen og de kommende forholde muligens kunde tænke sig. Derimod stemmer egenskaberne i enhver henseende saa nöjagtig med rhodonit, at vi med næsten fuld sikkerhed tör slutte, at vi har dette mineral for os: mineralet er udviklet efter en længderetning (c'-axen) og de enkelte, smaa individer jævnlig sammenvoxede efter en bestemt flade ($\infty \breve{P} \infty$); spaltbarheden er bedst efter en retning (OP), mindre god efter en anden ($\breve{P}'\infty$) samt efter andre domer, desuden ogsaa efter

c'-axen; udslukningsvinklerne stemmer desuden ogsaa meget godt. Endelig maa man efter slaggens chemiske sammensætning vente at faa et bisilikat med MnO som karakteriserende base ɔ: rhodonit.

Den grovkrystallinske del, hvor individerne gjerne er udviklede lange og smale, viser sig at bestaa fornemmelig af typisk augit. Paa fig. 17 er indtegnet et meget regelmæssigt snit $\perp$ c'-axen, hvor augiten viser sig opbygget fornemmelig efter det ene pinakoid ($\infty \bar{P} \infty$?), mindre efter det andet ($\infty \breve{P} \infty$?) samt efter ∞P, langs hvilken mineralet har en god spaltbarhed; mellem augitstængerne ligger der en glasbasis. I snit ╪ c viser mineralet sig opbygget efter den vanlige lov (efter 5P & ∞P). — Den mellem de graa, grovkrystallinske partier liggende mörkebrune masse bestaar af det samme stængligé mineral, som optræder i de smaa, radierende kugler ɔ: rhodonit. Grænsen mellem augiten og det sidste mineral er meget skarp, se fig. 17; det maa forövrigt bemærkes, at denne tegning er noget idealiseret, idet det tilfældigvis altid var snit af augit ╪ c, som stödte op til rhodoniten, medens jeg for tydelighedens skyld hellere vilde tegne et af de mere typiske snit $\perp$ c. — Paa et par steder sees smaa masser af den stænglige rhodonit at ligge i mellemrummene mellem de större augit-individer; da disse beholder sin regelmæssige begrænsning parallel ∞P og $\infty \bar{P} \infty$, $\infty \breve{P} \infty$ lige ind til selve kontakten med rhodoniten, kan man slutte, at her har först augiten krystalliseret ud og senere rhodoniten. Det samme kan ogsaa sluttes af augitens optræden i store kugler, medens mellemrummene mellem samme bestaar af rhodonit.

Analyse af *rhodonit-slagger.*

	Slaggernes chem. sammensætning.			Surstof-gehalterne i			
	No. 19.	No. 20.		No. 19.		No. 20.	
SiO_2	42,85	50,64	O i SiO_2	22,85		27,01	
Al_2O_3	3,94	2,52	» i Al_2O_3	1,84		1,17	
CaO	0,70	16,79	» i CaO	0,20		4,80	
MgO	spor	7,27	» i MgO	—	11,97	2,91	12,77
MnO	36,83	20,11	» i MnO	8,30		4,53	
FeO	15,62	2,38	» i FeO	3,47		0,53	
P_2O_5	0,015	—	Surstofforhold	1:1,65		1:1,94	
Summa	99,955	97,71					

No. 19. er af den först beskrevne bessemerslag (med de vakre rhodonit-krystaller) fra *Westanfors d. 16 sept. 1874.* (Analyseret af Dr. A. TAMM).

No. 20. Masovnsslag fra *Hofors 1851* (C. E. CARLSSON). Analysen er middeltal af tre med hinanden vel overensstemmende, en af hver af de tre dele, hvoraf slaggen bestaar.

Babingtonit.

For at komplettere rækken af de ved smeltning dannede mineraler af pyroxen-gruppen kan her strax anföres, at i et stykke röstet jernmalm fra *Finspong* (gave af Riksmuseum til Stockholms Högskola) har professor BRÖGGER og jeg fundet *babingtonit*, hvis dannelse paa kunstig vej hidtil ikke har været kjendt. Da mineralet egentlig ikke hörer hjemme i den snevre gruppe, som her behandles, skal kun kortelig anföres de vigtigste kjendetegn, idet jeg haaber lejlighedsvis at kunne give en detailleret beskrivelse med tilhörende analyse.

Babingtoniten sidder i smaa, tynde krystaller (max. af længde 4 mm., max. af tykkelse 1 mm.) paa overfladen af og i druserum inde i den röstede jernmalm. Krystallerne er, hvad ellers ikke plejer at være tilfælde med babingtoniten, udviklede efter augitens typus, idet de er udtrukne efter c'-axen (efter GROTH's stilling, hvorved homomorfien eller morfotropien med de övrige pyroxen-mineraler fremgaar), og idet de i vertikalzonen optrædende flader svarer til pyroxens former ∞P, $\infty \bar{P} \infty$ og $\infty \breve{P} \infty$. Krystallerne er dels enkelte, dels tvillinger med indspringende vinkler paa topper og med sammenvoxningsplan $\infty \breve{P} \infty$, ɔ: det plan, som hos babingtoniten svarer til $\infty \bar{P} \infty$ hos augiten.

Af maalingerne, hvoraf flere kunde udföres med meget stor nöjagtighed, fremgaar, at mineralet er en asymetrisk pyroxen.

	$\infty{}'P : \infty P'$.	$\infty{}'P : \infty\breve{P}\infty$.	$\infty P' : \infty\breve{P}\infty$.
1:ste krystal	87° 22¾ } 87° 22¼ }	136° 10′	
2:den krystal	87° 15½ [1])	136° 7′ } 136° 8′ }	136° 24¼′ } 136° 25¼′ }
3:die krystal			136° 26¾′ [1]).

[1]) Ikke videre gode maalinger.

Som resultat faar vi, idet der kun tages hensyn til de gode maalinger, $\infty{}'P : \infty P' = 87° 22\frac{1}{2}'$, hvilket stemmer udmærket godt med söjlevinkel 87° 23′ hos naturlig babingtonit, samt $\infty{}'P : \infty \breve{P} \infty = 136° 8'$ og $\infty P' : \infty \breve{P} \infty = 136° 25'$; differenteen mellem de sidste tal er vistnok ikke særdeles betydelig, men i alle fald saa stor, at man kan skjönne, at den ikke kan være tilfældig, men begrundet i krystallografiske forholde; tilmed gjentager den sig ved samtlige de maalte krystaller.

For at kunne kontrollere krystalsystemet ved hjælp af de optiske forholde blev der slebet krystallografisk orienterede snit af de smaa krystaller, et arbeide, som var meget vanskelig at faa udfört, og som kun tilnærmelsesvis lykkedes.

	Udslukning mod c'-axen.
1) Snit af tvilling, ∓ sammenvoxningsplanet, altsaa $\infty \breve{P} \infty$ hos babingtonit, svarende til $\infty P \infty$ hos augit.	44 .
2) » » » » » »	42—43′.
3) » » enkelt krystal, meget skjævt snit, ca. ∓ $\infty \breve{P} \infty$	31°.
4) » » tvilling, ⊥ sammenvoxningsplanet, ɔ: ∓ $\infty \bar{P} \infty$ hos babingtonit, $\infty P \infty$ hos augit...	8°.

For sammenlignings skyld blev der slebet et par snit af naturlig babingtonit (fra Arendal). De gav:

1) Snit ca. ∓ o, ɔ: ∓ $\infty \breve{P} \infty$ hos babingtonit, svarende til $\infty P \infty$ hos augit	44°.
2) » » ∓ o, meget skjævt snit	41°.
3) » » ⊥ o, altsaa ∓ $\infty P \infty$ hos babingtonit, $\infty P \infty$ hos augit	31°.

Det eneste, som af disse tal med sikkerhed kan sluttes, er, at vore smaa krystaller er asymetriske, og at i snit ∓ $\infty \breve{P} \infty$ (svarende til ortho-pinakoidet hos pyroxen) danner udslukningsretningen hos saavel den naturlige som den kunstige babingtonit en vinkel paa 41—44° med c'-axen. Antagelig er der i enhver henseende fuld overensstemmelse mellem de optiske egenskaber hos de to slags babingtoniter; vi finder saaledes, at begge to har samme pleochroitiske farver (grönt til brungrönt). — Ved blæserör paavistes i den kunstige babingtonit en liden gehalt af MnO ved siden af en större af FeO eller Fe_2O_3 eller begge disse.

Den nöjere diskussion af de forskjellige pyroxen-mineralers chemiske sammensætning og indbyrdes forhold udsættes til senere.

Glimmer.

Artificiel glimmer er, saavidt vides, kun fundet i slagger fra et par svenske kobberværk, nemlig fra Garpenberg og Kafveltorp; de smeltningsperioder, hvorved glimmerslaggene dannedes, fandt væsentlig eller udelukkende sted for meget lang tid siden, ved Garpenberg i aarene ca. 1750, ved Kafveltorp antagelig i begyndelsen af dette aarh., og begge steder varede den tid, da glimmerslag dannedes, kun meget kort. Man kan heraf slutte, at det kun er rent undtagelsesvis, at glimmer dannes i slagger.

Den förste, som gjorde opmærksom paa tilstedeværelsen af glimmer i slagger, var MITSCHERLICH[1]), som blandt andet bemærker, at de af ham fundne glimmerslagger var tagne paa meget gamle slaghouge (ved *Garpenberg*); i disse slagger optraadte glimmeren i indtil tommestore blade, hvis fysikalske egenskaber (spaltbarhed, elastisk böjelighed, haardhed, glans m. m.) ifölge MITSCHERLICH i enhver henseende stemte med dem hos naturlig glimmer. — Saavel glimmerslaggen fra Kafveltorp som den fra Garpenberg er fra sulu-smeltningen (raastenssmeltningen).

Fig. 18.



Glimmerkrystal, snit ⫲ OP, visende interpositionsrækker og gitterformig opbygning. (Fra Kafveltorp). 1/1.

Ved förste öjekast ser den af mig undersögte, typiske glimmerslag (analyse no. 22 (?)) fra *Kafveltorp* ud som en vanlig krystallinsk masse af almindelig lys glimmer; jeg troede endog i begyndelsen, at den saakaldte slag kun var et stykke af en noget ejendommelig grundfjeldsbergart, som tilfældigvis var bleven kastet hen paa en gammel slaghoug og saa senere holdt for en slag. En nöjere undersögelse viser dog, at saa ikke har været tilfælde. — Glimmeren er lys, gjennemsigtig, lader sig let spalte op, er elastisk böjelig. I smaa druserum i slaggen sidder der en mængde tynde glimmerblade, udvik-

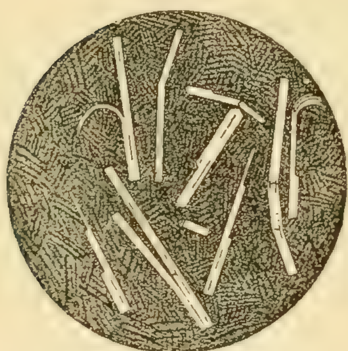
---

[1]) Se Verhandl. der Akademie der Wissensch. zu Berlin 1822—23.

lede til fuldkomne krystaller. Bladene er dog saa tynde (i præparatet er max. af tykkelse 0,08 mm.), at jeg ikke engang har forsögt at foretage goniometermaalinger. Krystallerne viser sig under mikroskopet at bestaa af sexsidige blade med begrænsende vinkler resp. ca. 118½°, 118½° og 123°. Paa siderne er krystallerne dels begrænsede af söjle og pinakoid, dels af dome eller pyramide. I snit ⫩ OP (se fig. 18) viser der sig en hel del sorte, uigjennemsigtige interpositioner, dels linjeformige og dels punktformige, som meget smukt er ordnede i linjer og rækker normalt paa den nærmeste begrænsningsflade. Tilmed viser glimmeren undertiden langs kanterne en fjærformig opbygning efter to retninger, som staar omtrent lodret paa hinanden.

I et mikroskopisk præparat af slaggen (se fig. 19) viser samtlige tversnit af glimmerbladene udslukning efter spalteretningen (OP) ɔ: de optiske axers plan eller den spidse bisektrix staar enten aldeles normalt paa OP eller danner dermed en saa lidet fra 90° afvigende vinkel, at det ikke kan iagttages. I snit ⫩ OP sees, at glimmeren er optisk to-axig samt optisk negativ; vinkelen mellem de optiske axer er ganske liden, nemlig kun et par grader.

Fig. 19.



Præparat af glimmerslag. (Fra Kafveltorp). ($^{5}/_{1}$).

Efter den chemiske sammensætning (glimmerslaggene fra Kafveltorp analyse no. 22 og 23, Mitscherlichs glimmer fra Garpenberg no. 21) kan den i vore slagger optrædende glimmer ikke være nogen kali-, natron- eller lithium-glimmer, men derimod en kalk-magnesia-glimmer. Vi har for os en ægte glimmer og ikke nogen sprödglimmer (clintonit), da bladene er elastisk böjelige. — De optiske forholde hos slaggen fra Kafveltorp stemmer meget godt med meroxenens, men derimod ikke med margaritens egenskaber, idet hos den sidste de optiske axers plan danner en iöjnefaldende vinkel (6—8°) med normalen paa OP, og idet vinkelen mellem de optiske axer plejer at være stor. Som resultat faar vi altsaa, at vor glimmer maa være en kalkrig meroxen.

Vi skal nu gaa over til nöjere at omtale glimmerens optræden i slaggerne. — I et mikroskopisk præparat af den bla-

dige glimmerslag fra Kafveltorp (se fig. 19) viser glimmeren sig for det förste at optræde i större krystaller (blade af længde et par mm., tykkelse i max. 0,08 mm.), som ved förste blik synes at ligge som fuldstændig porfyrisk udskildte krystaller i en grundmasse af meget smaa, böjede og buskformig forgrenede glimmerblade med lidt glasbasis(?). Ved nöjere undersögelse ser man dog hyppig overgang mellem de store og de smaa glimmerkrystaller, bl. a. derved, at enkelte lameller af de större undertiden er böjede, ofte endog i fuldstændig halvcirkel, og forgrenede i en hel del fine glimmerblade. Spaltbarheden er ikke særdeles stærkt fremtrædende, ɔ: de enkelte glimmerlameller er ofte næsten lige saa tykke som den hele krystal. De store krystaller er klare, farvelöse og viser meget levende interferensfarver i snit ⊥ OP. — Da der er lidet eller intet glas tilstede, repræsenterer analysen omtrent selve glimmerens sammensætning.

En anden slag fra Kafveltorp (analyse no. 23) viser sig makroskopisk at bestaa af en hel del meget tynde, men ofte et par mm. lange og brede blade, som efter udseendet at dömme maa være glimmer. De er ofte ordnede i radierende bundter og ligger i en graa, tilsyneladende tæt grundmasse. Langs afkjölingsfladen har slaggen et emaljagtigt brud. — Under mikroskopet ser man den samme eller en meget lignende glimmer som i den först omtalte slag, men bladene er i alm. meget tyndere end i denne, nemlig sjelden over 0,01 mm. tykke. Paa flere steder sees dannelser af udseende som lange, tynde fjær; midtaxen bestaar af et langt, tyndt glimmerblad, og de smaa faner paa siden synes ogsaa at være glimmer, som er orienteret omtrent lodret paa hovedbladet. — Om der i denne slag ved siden af glimmer ogsaa optræder pyroxen eller andre mineraler, har jeg ikke kunnet afgjöre med sikkerhed.

Analyse af *glimmer-slagger*.

	No. 21.	No. 22	No. 23.
SiO_2	47,31	43,98	45,50
Al_2O_3	5,74	13,66	9,35
FeO	28,91 *)	10,05	8,11
CaO	6,23	18,28	17,94
MgO	10,17	10,07	12,41
MnO	0,48 *)	0,20	0,42
K_2O	1,05	?	?
Cu_2O	—	0,33 }	0,26 }
ZnO	—	2,75 }	1,65 }
S	—	0,21 }	? }
Summa	99,89	99,53	95,64
Surstofforhold	1 : 1,61	1 : 1,30	1 : 1,46

No. 21 er den af MITSCHERLICH udförte analyse af den af ham undersögte slag fra *Garpenberg;* af hans ord synes det at fremgaa, at analysematerialet har været selve de i druserum optrædende, næsten rene glimmerblade. En liden mængde mekanisk indblandet svovljern er (af M.) fratrukket analysen. *)M. opförer den hele jern- og manganmængde som Fe_2O_3 og Mn_2O_3 (resp. 28,91 % Fe_2O_3 og 0,48 % Mn_2O_3), noget, som af metallurgiske grunde neppe kan være rigtigt, idet i alle fald en ikke ubetydelig del maa optræde som oxydul, da slaggen skriver sig fra en reducerende proces.

No. 22 og 23 er paa Bergskolan udförte analyser (af resp. STEN CARLSWÄRD og C. F. DAVIDSSON) af glimmerslaggerne fra *Kafveltorp,* no. 23 af den sidst beskrevne, no. 22, saavidt vides, af den förste, altsaa af den typiske glimmerslag; der har desværre her været nogen konfusion i etiketterne. — Hele jern- og manganmængden er her, sikkerlig uden nöjere undersögelse, opfört som oxydul; Cu og Zn samt lidt Fe optræder for en del i forbindelse med S som mekanisk indblandet sten (svovlprodukt).

Antagelig er de to her beskrevne slagger de eneste produkter, hvor man med sikkerhed har paavist glimmer dannet paa kunstig vej[1]); man kan heraf slutte, at glimmer, som næsten altid konstitueres af de aller almindeligste baser, ikke let danner sig ved smeltning. En fuldstændig redegjörelse for, hvorfor der i foreliggende tilfælde har dannet sig glimmer og ikke noget mineral af de to vigtige grupper, som næsten altid ellers er repræsenterede i slaggerne, kan man paa det nuværende stadium ikke være istand til at give; vi skal derfor her indskrænke os til kun at give nogle forelöbige bidrag til besvarelsen. — Allerede den bekjendte svenske metallurg BREDBERG[2]) var inde paa den her behandlede opgave; han gjör opmærksom paa, at man i den tid, da glimmerslaggen dannedes ved Garpenberg, havde en meget qvarts- og glimmerrig beskikning, og han antager, at den paasatte glimmer har været det oprindelige ophav til, at det samme mineral har dannet sig i slaggen. Dette synes mig dog af flere grunde at være lidet rimelig; for det förste anföres, at glimmerslaggen fra Garpenberg har været ligesaa letsmeltelig som vanlig kobberslag, men har massen först været fuldt smeltet, saa maa glimmernaturen være ganske borte. Dernæst bestaar slaggen udelukkende eller næsten udelukkende af glimmer, medens beskikningen desuden holdt temmelig meget af andre mineraler (kvarts og kalk)

Den principielle aarsag til glimmerens dannelse maa, at dömme efter analogien med, hvad tilfældet er ved pyroxen- og olivin-grupperne, være den chemiske sammensætning af

---

[1]) I literaturen (se oversigt af K. C. v. LEONHARD »Künstlicher Glimmer» i Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. 1854 og af F. FOUQUÉ et MICHEL LÉVY: Synthèse des minéraux et des roches) findes oftere anfört, at man paa kunstig vej har faaet mineraler »med udseende som glimmer», men noget exakt bevis er ikke bleven leveret. — FORCHHAMMER anförer (Annalen der Chemie und Physik, bind XC), at han ved smeltning af apatit og kogsalt i digelens övre del — i det smeltede kogsalt — fik en substans med udseende som glimmer; mineralet holdt Si, Al, Mg, K, Fl og O. — For at faa zinnwalditen let oplöselig, saa lithium-forbindelser bekvemt kan udvindes, har man lejlighedsvis omsmeltet mineralet i flammeovn, hvorved man i produktet paa visse steder har faaet krystallinsk brud med smaa, »bladige» dele, som ifölge K. C. v. LEONHARD antagelig bestod af glimmer, nemlig af den samme som den oprindelig nedsmeltede. — Den samme forf. anföres at have iagttaget, at lersandsten, som var bleven anvendt til stelmateriel i masovn, lejlighedsvis er bleven »omvandlet til en askegraa, bladig, perlemor-glinsende substans, som har stor lighed med glimmer».

[2]) se Jernkontorets Annaler 1826.

slaggen, efterat denne har optaget i sig de forskjellige beskikningsdele; selve hytteprocessens natur og de lokale forholde, f. ex. en lav eller höj temperatur, kan dernæst ogsaa have havt en mer eller mindre væsentlig indflydelse, som dog antagelig kun kan være af sekundær betydning. — Naar Al_2O_3 regnes som base, faaes surstofforholdet i de tre slagger at være resp. 1 : 1,61, 1 : 1,30 og 1 : 1,46; efter dette skulde man (se den senere udvikling) kunne vente dels en »overgangsslag», hvor antagelig olivin skulde krystallisere först ud, og dels vanlige olivin-slagger. — I sin almindelighed betragtet maa man kunne gaa ud fra, at en smeltet masse foretrækker at konstituere sig som et mineral, den i chemisk sammensætning staar nær, end som et, den betydelig fjerner sig fra; det synes derfor at være temmelig naturlig, at man i den förste slag (surstofforhold 1 : 1,61) har faaet glimmer og ikke olivin, om det end skal erindres, at det netop er det sidste mineral, som næsten altid, selv i saa sure forbindelser, danner sig. — Hvad de to andre slagger angaar, saa maa for det förste den store Al_2O_3-gehalt (resp. 13,66 og 9,35 %) have modvirket dannelse af noget mineral af olivingruppen. Videre staar begge slagger omtrent paa grænsen mellem de forhold, hvorefter singulosilikatet i det ene tilfælde skulde have krystalliseret ud efter melilith-typen og i det andet efter olivin- og fayalit-typen; dette kan ogsaa have bidraget til, at noget singulosilikat ikke har dannet sig.

I tabellen over vore olivinslagger finder vi flere analyser, som forelöbig synes at have stor lighed med analyserne af glimmerslaggerne. Vi har for det förste analyse af stivslag fra Kongsberg 1880 (analyse no. 28); denne har ogsaa en stor Al_2O_3-gehalt, men paa den anden side er der saa meget FeO tilstede, at slaggen med lethed maa have kunnet udsondre olivin eller fayalit med FeO som karakteriserende base. Videre har vi slaggerne fra Lindefors 1867 (analyse no. 32) og Sunnemo (analyse no. 35) med resp. 7,34 % og 7,84 % Al_2O_3, men hver af disse har ogsaa en bestemt base i en saa overvejende mængde (resp. 26,90 % MgO og 35,65 % MnO), at det til basen svarende olivinmineral let er bleven dannet. De to lerjordsrige, basiske glasser indeholder saa meget Al_2O_3, at udkrystallisationen, som senere skal sees, er bleven hæmmet. Ved de to suluugns-smeltninger, hvorved vore glimmerslagger blev dannede, har temperaturen været temmelig liden i for-

hold til den, som vi har i vanlige masovne; antagelig har ovnens reduktionskraft ogsaa været liden, saa vi muligens kan have noget Fe_2O_3 ved siden af FeO. Disse momenter kan muligens ogsaa paa en eller anden vis have bidraget till dannelsen af glimmer.

Den anden mineralgruppe, som ved siden af augitgruppen spiller den vigtigste rolle i slaggerne, er, som allerede tidligere nævnt,

Olivingruppen.

(*Egentlig olivin, fayalit og tephroit*).

Som bekjendt er olivinmineralerne isomorfe og karakteriseres ved fölgende chemiske sammensætning og axeforhold:

		a : b : c.
Egentlig olivin	Mg_2SiO_4	0,4658 : 1 : 0,5866 [1].
Fayalit	Fe_2SiO_4	0,4596 : 1 : 0,5807 [2].
Tephroit	Mn_2SiO_4	0,4660 : 1 : 0,5937 [3].
Monticellit	Ca_2SiO_4	0,4336 : 1 : 0,5757.

Egentlig olivin og fayalit.

I Bergsskolans samlinger findes en liden gruppe udmærket vel udviklede krystaller af fayalit, afsatte i eller paa en» suluugnsnas» (ɔ: jernsu fra raastens-smeltning) i en liden skaktovn ved Fahlun kobberværk (aar 1866). Analyse no. 24 viser den chemiske sammensætning af den masse, hvorpaa krystallerne sidder; i analysen er samtlige metaller opförte som oxyder, men

Analyse no. 24.

SiO_2	23,81	%.
FeO[4]	70,14	»
MnO	0,54	»
CaO	0,68	»
CuO	3,18	»
CoO	0,15	»
	100,70	%.

Uren fayalit, Fahlun Sept. 1866. (Analyseret af H. LUNDBORG.)

---

[1]) Ifölge KOCKSCHAROW's maaling af olivinen i pallas-jernet.
De af EBELMAN fremstillede kunstige oliviner med kun MgO til base var udviklede efter den vanlige type for de ved smeltning dannede oliviner (med fladerne $\infty \breve{P} \infty$, $\infty \bar{P}$ og $2\breve{P}\infty$), men de havde axeforholdet
0,4663 : 1 : 0,5786.

[2]) Efter maaling af forf., se denne afhandling.

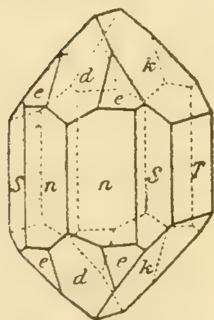
[3]) Efter HJ. SJÖGRENS maaling, se Sv. Geol. för. förh., Band VI, 1883.

[4]) med noget Al_2O_3.

rimeligvis har den allerstörste del af kobberet og kobolten samt en liden del af jernet optraadt dels i metallisk form og dels i forbindelse med svovl; naar man tager hensyn hertil, sees det, at resten faar sammensætning omtrent af singulosilikat med jernoxydul som hovedbase.

Da disse fayalit-krystaller rimeligvis er omtrent de smukkest udviklede, som overhovedet findes, har jeg foretaget en nöjagtig maaling af dem og deraf beregnet axeforholdet. — Krystallerne er indtil 4 mm. lange, gjennemsigtige, brune med svagt grönligt skjær; som fig. 20 viser, er de udtrukne efter c'-axen.

Fig. 20.



Fayalit-krystal.
T = $\infty\breve{P}\infty$, n = ∞P,
s = $\infty\breve{P}2$, d = $\bar{P}\infty$,
k = $2\breve{P}\infty$, e = P.

De optrædende former er: ∞P, $\infty\breve{P}2$, $\infty\breve{P}\infty$, $\bar{P}\infty$, $2\breve{P}\infty$ og P. — De to bedste maalinger, nemlig $\bar{P}\infty : \bar{P}\infty = 76° 42\frac{7}{8}'$ og $2\breve{P}\infty : 2\breve{P}\infty = 81° 27\frac{1}{2}'$ er lagt til grund for beregningen af axeforholdet. $\infty P : \infty P$ samt et sted $\infty P : \infty\breve{P}2$ og $P : \bar{P}\infty$ lod sig ogsaa maale temmelig nöjagtig, men ikke saa godt som de förstnævnte; $\infty\breve{P}2 : \infty\breve{P}2$ derimod kunde ikke maales med större nöjagtighed end ca. $\frac{1}{4}°$, da de fleste flader af dette prisma var opbygget af en hel del, ikke ganske parallelle smaa-flader; det samme var ogsaa tilfælde med $\infty\breve{P}\infty$.

Det af de to förste maalinger beregnede axeforhold er:

a : b : c = 0,4596 : 1 : 0,5807 [1]).

	Maalt.	Beregnet.	
$\bar{P}\infty : \bar{P}\infty$	$76° 42\frac{7}{8}'$	$76° 42\frac{7}{8}'$	Grundlag for axeforholdet.
$2\breve{P}\infty : 2\breve{P}\infty$	$81° 27\frac{1}{2}'$	$81° 27\frac{1}{2}'$	
$\infty P : \infty P$	$130° 35\frac{1}{4}'$	$130° 38'$	Kontrol-maalinger.
$\infty\breve{P}2 : \infty\breve{P}2$	(ca. $94° 35'$)	$94° 49\frac{1}{2}'$	
$\infty P : \infty\breve{P}2$	$162° 8'$	$162° 5\frac{3}{4}'$	
$P : \bar{P}\infty$	$160° 12\frac{1}{2}'$	$160° 11'$	

---

[1]) Det i NAUMANN-ZIRKELS Mineralogie angivne axeforhold er

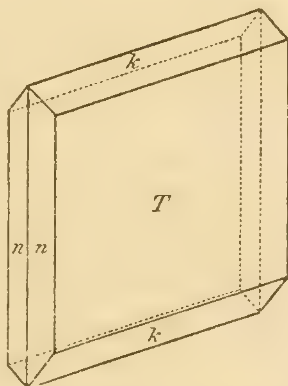
0,4623 : 1 : 0,5813.

Dette er rimeligvis taget af MILLERS maalinger (se PERCY and MILLER: Report on crystalline slags, Transactions of the phil. soc. of Cambridge), men der maa have indsneget sig en trykfeil, idet MILLER angiver forholdet

0,4613 : 1 : 0,5813.

Frit udviklede krystaller af de to förste olivin-mineraler (den egentlige olivin og fayalit) har jeg havt anledning til at undersöge i en mængde forskjellige slagger (vanlige masovns-slagger, vällovnsslagger, bessemerslagger, slagger fra kobber- og nikkel-smeltninger, kokslagger fra masovn, o. s. v.), og overalt har krystallerne været udviklede paa en og samme maade, nemlig som rektangulære, ofte temmelig tynde, tavler, som paa siderne har været begrænsede af prisme og doma, undertiden desuden af pinakoid og basis. Overalt, hvor jeg har kunnet kontrollere det, har den flade, hvorefter krystallen har været tavleformig udviklet, været $\infty \breve{P} \infty$ og det begrænsende doma $2\breve{P}\infty$; prismet har det ikke lykkes mig at faa bestemt nöjagtig, men det er rimeligvis altid ∞P. I den ældre literatur (af MITSCHERLICH, HAUSMANN, LEONHARD med flere) angives ogsaa bestandig den samme type, som vi, hvad den kommende undersögelse vil vise, ogsaa altid finder i de mikroskopiske præparater af olivin-slagger. — Vi maa heraf kunne slutte, at vi her staar ligeovenfor en næsten fast naturlov, saalydende, at naar olivin og fayalit danner sig paa almindelig vis af smeltemasser, blir krystallerne tavleformige efter $\infty \breve{P} \infty$ og forövrigt begrænsede af $2\breve{P}\infty$ og ∞P (se fig. 21), undertiden ogsaa af $\infty \bar{P} \infty$ og OP[1]). De enkelte tavler efter $\infty \breve{P} \infty$ har jævnlig stillet sig omtrent parallelt ind, den ene bag den anden, efter $\infty \breve{P} \infty$ og derved begyndt at danne större eller tykkere krystaller.

Fig. 21.



Mangan-olivinen (tephroiten) har i de faa slagger (fornemmelig bessemerslagger), hvor jeg har truffet den, tilhört samme krystaltype som den egentlige olivin og fayaliten.

Fayalit fra Muldener Hütte, Freiberg (Gave af prof. ROSENBUSCH til Stockholms Högskola). — Slaggen bestaar af et netværk af tynde, grönbrune, lidt gjennemsigtige, rektangulære, pladeformigt udviklede krystaller. Tavlen er $\infty \breve{P} \infty$, begræns-

---

[1]) Det bemærkes, at de maalte fayalit-krystaller (fig. 20) ikke er fremkomne ved hurtig afkjöling af en slag, men er afsatte i eller paa en jernsu, som antagelig er forbleven inde i ovnen under nedblæsningen og som saaledes har havt længere tid til afkjölingen.

ningen paa siderne dels $2\breve{P}\infty$ og OP, dels en söjle, rimeligvis ∞P, og $\infty\bar{P}\infty$; — $2\breve{P}\infty : \infty\breve{P}\infty$ lod sig maale med ca. $\frac{1}{4}^{\circ}$ nöjagtighed, resultat 139° 33½′ og 139° 38½′; hertil skulde svare $2\breve{P}\infty : 2\breve{P}\infty$ = 80° 53′ og 80° 43′. — Den maalte krystal bestaar egentlig af to individer, som er sammenvoxede efter $\infty\breve{P}\infty$, og som er næsten parallelle, idet de kun danner vinkel af 0° 42½′ med hinanden.

Om opbygningen se senere (se fig. 24).

Raastens-slag fra Fahlun (analyse no. 30 og 31). — Ved at gaa omkring paa de gamle[1]) slaghouge ved Fahlun kobberværk blir man strax opmærksom paa, at paa de fleste af de steder, hvor raastens-slaggen ligger, indeholder hvert eneste slagstykke en mængde, hyppig over cm.-store, fayalitkrystaller. Man lod her raaslaggen næsten altid störkne i tynde kager; disse dannede i midten ved afkjölingen (paa grund af kontraktionen) et större hulerum med store dimensioner i horizontal-retningerne, og inde i disse aabne rum kunde fayaliten krystallisere frit ud og danne gode krystaller. — Paa disse gamle slaghouge, som allerede siden Mitscherlichs tid har været bekjendte for sine gode fayalitkrystaller, kan man muligens bedre end noget andet sted overbevise sig om, at det er en almengyldig regel og ikke nogen tilfældig undtagelse, at der i slaggerne krystalliserer ud visse mineraler.

Fayalitkrystallerne fra Fahlun er med en paafaldende regelmæssighed altid udviklede paa en og samme maade, nemlig tavleformige med rektangulær begrænsning; efter de af tidligere forskere udförte maalinger er tavlen altid efter $\infty\breve{P}\infty$. — Paa denne flade kan man meget jævnlig se opbygningslinjer i retninger, som efter öjemaal at dömme svarer til det doma ($\frac{4}{3}\bar{P}\infty$), hvilket, efter hvad vi skal se, spiller en saa fremtrædende rolle hos olivinen.

Vällovns- (ɔ: sveisovns-)slag fra Kloster, 1851. — Slaggen er jernsort med brogede anlöbsfarver, lidet gjennemsigtig, tung og stærkt magnetisk. Haandstykket viser store, rektangulære, gruppevis parallelle tavler, hvis store flade, efter hvad vi i det fölgende skal udvikle, maa være $\infty\breve{P}\infty$.

---

[1]) Nu har man ved Fahlun ombyttet smeltningerne med udvinding paa vaad vej.

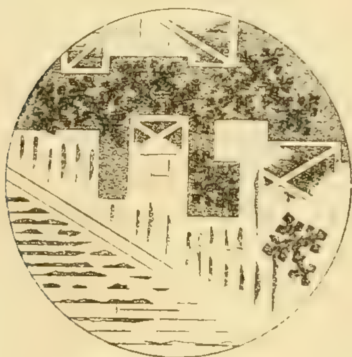
En mikroskopisk undersögelse af snit, skaarne parallelt med og lodret paa tavleretningen, viser, at udslukningen overalt fölger tavlerne ɔ: disse maa være udviklede efter en af de tre flader $\infty \breve{P} \infty$, $\infty \bar{P} \infty$ og OP. I snit parallel tavlerne viser de optiske axers plan sig at staa lodret præparatet; da de optiske axer hos olivinen ligger i basis (OP), indskrænkes valget til de to flader $\infty \breve{P} \infty$ og $\infty P \infty$. — Den simpleste maade at faa en endelig afgjörelse vilde være ved at faa en maaling af vinkelen mellem de optiske axer, saa man kunde se, om snittet stod lodret paa den spidse eller paa den stumpe bissektrix, men desværre er vinkelen saa stor (nemlig 87° 46′), at axerne i et mikroskopisk præparat træder ud udenfor synsfeltet.

Vi kan saaledes ved enkle observationer ikke faa fladens beliggenhed endelig bestemt, hvorfor vi henvises til sammenligning med andre olivin-slagger. Vi har allerede tidligere gjort opmærksom paa, at olivin-krystallerne i slagger altid, hvor vi kan kontrollere det, er udviklede tavleformig efter $\infty \breve{P} \infty$ samt parallelt sammensatte efter samme flade; det er derfor sandsynligt, at den samme lov ogsaa har gjort sig gjældende i den her behandlede slag. Videre: opbygningen af olivin-krystallerne har i de pladeformige snit altid i de mange slagger, jeg har undersögt, fundet sted efter et doma, som med basis danner en vinkel paa 50°—60°; den mulighed kunde vistnok tænkes, at vi her staar ligeover for to aldeles forskjellige love, som leverer lignende enderesultater, nemlig at krystallerne i enkelte slagger er tavleformige efter $\infty \breve{P} \infty$ og opbyggede efter et n $\bar{P} \infty$, og at de i andre slagger er tavleformige efter $\infty P \infty$ og opbyggede efter et n′ $\breve{P} \infty$. En saadan tvedeling af den samme lov vilde dog være höjst unaturlig og ikke stemmende med den enhed og simpelhed i opbygningsforholdene, som vi ellers har truffet hos de i slaggerne optrædende mineraler. — Vi gaar derfor ud fra kun at antage det ene princip for opbygningen, og da vi paa mange steder med sikkerhed kan bevise, at vi har at gjöre med fladerne $\infty \breve{P} \infty$ og n $\bar{P} \infty$, antager vi, at det er disse, som altid har gjort sig gjældende.

Fig. 22 (snit $\perp \infty \breve{P} \infty$, af slaggen fra Kloster 1851) giver idé om opbygningen af selve fladen $\infty P \infty$. Overalt, hvor fayaliten stöder op mod glas, er den regelmæssig begrænset af flader i OP og $\infty P \infty$-zonerne. I to retninger, symetrisk beliggende mod OP og $\infty \bar{P} \infty$, sees en hel del linjer af fayalit, dels skarpt begrænsede mod den omgivende masse, ligegyldigt

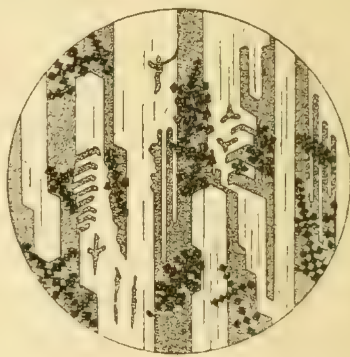
om denne er glas eller fayalit, og dels gradvis gaaende over i eller tabende sig i den vanlige fayalit. Ved maalinger af disse linjers retning i forhold til $\infty P \infty$ og OP kan man overbevise sig om, at retningen er konstant ɔ: at den er begrundet i visse krystallografiske forholde. Vor förste opgave blir efter dette at bestemme den domatiske opbygningsretning. — Vi finder for det förste i det her omhandlede snit, at de vinkler, som dannes med spaltbarheden og udslukningsretningen, er resp. 59—60° og 31—30°; det næste, vi har at gjöre, er at bestemme, i hvilken retning OP gaar og i hvilken $\infty \bar{P} \infty$. — Som tidligere omtalt, er de optiske axers vinkel saa stor, at axerne ikke træder ud i synsfeltet; en endelig afgjörelse ved hjælp af bestemmelse af selve de optiske axers udtræden staar saaledes ikke til vor dispo-

Fig. 22.



Snit $\mp \infty \breve{P} \infty$.

Fig. 23.



Snit $\perp \infty \breve{P} \infty$.

Snit af fayalit med magnetit fra vällovnsslag (Kloster 1851). $\left(\frac{50}{1}\right)$.

sition. Derimod kan vi faa bestemt axernes plan (ɔ: beliggenheden af OP) ved först under konvergent-polariseret lys og krydsede nikols at indstille spaltbarheden parallel svingningsretningerne, saa man faar et kors (ɔ: to bjælker af ulige værdighed), og senere ved at dreje præparatet iagttage, til hvilken side bjælkern'e begynder af formere sig til hyperbler.

Det er paa denne maade med sikkerhed bleven afgjort, at i slaggen fra Kloster danner opbygnings-domaet en vinkel paa 59°—60° (eller 121—120°) med OP og ikke med $\infty \bar{P} \infty$. Denne retning skulde svare til domaet $\frac{4}{3}\bar{P} \infty$, som med OP danne ren vinkel paa 59° 18′ [1]).

Ogsaa langs retningerne $\infty P \infty$ og OP har der fundet en opbygning sted, hvilket dels viser sig derved, at mange krystaller

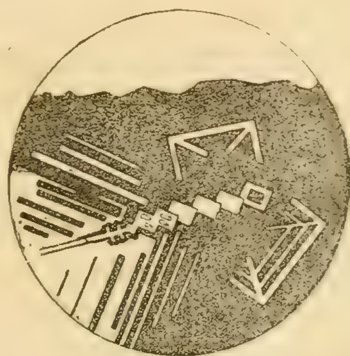
[1]) Det snit, hvori den her refererede maaling er foretaget, er ikke skaaret absolut $\mp \infty \breve{P} \infty$; vinkelen mellem opbygnings-retningerne og OP viser sig derfor större, end den i virkeligheden er. — Senere skal paavises, at kors-retningerne sandsynligvis svarer til $\bar{P} \infty$ og ikke til $\frac{4}{3}\bar{P} \infty$.

ender med linjer efter de tre opbygningsretninger ($\frac{4}{3}\bar{P}\infty$(?), OP og $\infty\bar{P}\infty$) og dels derved, at der inde i selve fayalit-krystallen meget jævnlig er lange lister af glas efter OP og $\infty\bar{P}\infty$.

De enkelte tavler efter $\infty\bar{P}\infty$, som i den her omhandlede slag kan have en fladeudstrækning af flere cm^2, viser sig i snit $\perp \infty\breve{P}\infty$ i alm. kun at være ca. 0,2 mm. tykke. Som fig. 23 viser, ligger de ordnede bag hinanden i den samme krystallografiske stilling; mellem de enkelte tavler er der glas og magnetit (om denne sidste se senere). Paa toppen er listerne begrænsede af et doma eller prisma (i præparatet rimeligvis ∞P), langs hvilket opbygningen $\perp \infty\bar{P}\infty$ for en del har fundet sted.

Snit $\mp \infty\breve{P}\infty$ viser spaltbarhed $\mp$ OP og $\mp \infty\bar{P}\infty$, snit $\perp \infty\breve{P}\infty$ viser spaltbarhed $\mp \infty\breve{P}\infty$. — Fayaliten er i gjennemfaldende lys svagt gröngul; i snit $\mp \infty\breve{P}\infty$ er mineralet noget pleochroitisk og viser matte interferensfarver, i snit $\perp \infty\breve{P}\infty$ er pleochroismen svag, men interferensfarverne meget brogede, forholde, som gjentager sig ved de senere kommende oliviner og fayaliter.

Fig. 24.



Snit af fayalit-krystal ($\mp \infty\breve{P}\infty$). (Fra Muldener Hütte). ($\frac{50}{1}$).

I de nys beskrevne krystaller fra *Muldener Hütte* viser opbygningen (se fig. 24) $\mp \bar{P}\infty$ sig paa mange steder derved, at i domaets retninger fölger paa hinanden smaa. rektangulære tavler af fayalit, begrænsede af OP og $\infty\bar{P}\infty$. Den krystallerne omgivende grundmasse er graagul, kun meget lidet gjennemsigtig, og bestaar af glas, som indeholder en hel del graa og sorte linjer og prikker (spinel? eller magnetit?).

Slag fra *Kragerö nikkelværk (1874)*, om fra raastens- eller fra koncentrationsstens-smeltningen vides ej; rimeligvis er den fra den förste. — Slaggen, som blev udstöbt i store slaggryder (af jern), og som derfor havde anledning til at gjennemgaa en meget langsommere afkjölingsproces end vanligt er, har gjennemgaaende krystallinsk brud, er sort og kun svagt gjennemskinnende ved kanterne. I smaa druserum sees en mængde smaa krystaller af den vanlige olivin- eller fayalit-typus. — I mikroskopisk præparat viser sig en mængde krystaller (max. af

længde 0,5 mm.), som er optisk toaxige, og som efter udslukningsforholdene maa være rhombiske. Man kan dele krystalsnittene i to hovedklasser, nemlig i tavleformige og listeformige, og de sidste kan igjen efter begrænsningsfladerne paa toppen deles i to underafdelinger. Som vi skal se, svarer disse tre slags snit til de tre hovedsnit, som fremkommer, naar olivin eller fayalit af den tidligere beskrevne type skjæres $+\infty \breve{P} \infty$, $\infty P \infty$ og OP.

De pladeformige, rektangulære snit ($+\infty \bar{P} \infty$) viser matte interferensfarver, de övrige derimod brogede, altsaa som ved slaggen fra Kloster. — Tavlerne er opbyggede efter $\infty P \infty$ og OP samt efter et doma, som maa være $P\infty$. Vinkelen mellem de to krydsende retninger af dette er i de forskjellige, skjæve snit maalt til 102—110°; ved paa den tidligere omtalte methode at opsöge de optiske axers plan viser det sig, at det altid er OP, som halverer den stumpe vinkel; opbygningsretningen efter $\bar{P}\infty$ spiller jævnlig meget större rolle end de efter $\infty \bar{P} \infty$ og OP.

De listeformige snit begrænses paa toppen af flader, som dels danner spids vinkel (75°—85°) og dels stump (130°—140°) med hinanden. De förstnævnte snit viser sig at være skaarne lodret paa en af bissektrixerne, altsaa at være skaarne $+\infty \bar{P} \infty$ eller $+\infty \breve{P} \infty$. Som tidligere omtalt, er snittene $+\infty \bar{P} \infty$ tavleformige; heraf sluttes, at de snit, hvormed vi her beskjæftiger os, er $+\infty \bar{P} \infty$. De optiske axers plan (ɔ: OP) staar lodret paa listernes længderetning ɔ: domaet paa toppen danner vinkel 37°—42° med c'-axen; hertil svarer $2\breve{P}\infty$, hvis vinkel med c'-axen er 40° 44'. — De snit, hvor linjerne paa toppen danner stump vinkel med hinanden, viser i konvergent-polariseret lys hverken kors eller hyperbler ɔ: de maa være lodrette paa den optiske normal eller $+$ OP. Begrænsningen er altsaa en söjle (∞Pn), og da vinkelen jævnlig — i de skjævt skaarne snit — er fundet til ca. 130°—140°, maa denne söjle være ∞P. — I de listeformige snit er der jævnlig glas i midten og fayalit paa siderne ɔ: opbygningen har gaaet pladeformig for sig efter $\infty \breve{P} \infty$.

Mellem de store, porfyrisk udskildte krystaller, som udgjör $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ af hele massen, ligger der en mörkegul, lidet gjennemsigtig grundmasse, som fornemmelig bestaar af glas, desuden af smaa, sorte, uigjennemsigtige naale samt fine linjer af olivin eller fayalit, som udgaar fra de större krystaller, hvorpaa de

sidder orienterede i den bestemte krystallografiske stilling; de betegner vækstretningen af krystallen i sidste öjeblik, forinden massen stivnede.

Baade denne og de tidligere beskrevne slagger maa efter hytteprocessens natur have en meget basisk sammensætning og være meget FeO-rige; analyser haves desværre ikke. I slaggen fra Kloster er FeO den eneste base, mineralet er altsaa fayalit: i de to andre slagger har man enten havt en meget jernrig olivin eller en fayalit med noget CaO, MgO o. s. v.

Tyndslag fra Kongsberg sölvværk (fra raastens-röste-smeltning 1882, analyse no. 49) er næsten sort og har gjennemgaaende krystallinsk brud; den viser aldeles de samme forholde som den sidst beskrevne nikkelslag fra Kragerö, kun at fayalit- eller olivin-krystallerne ikke er saa smukt udviklede. Det bemærkes specielt, at i de tavleformige snit, hvor det med sikkerhed kunde afgjöres, at mineralet er optisk to-axigt, viser der sig jævnlig opbygning efter domaet P̆∞; vinkelen mellem de to kors-retninger maaltes et sted til ca. 124°, og de optiske axers plan (ɔ: OP) halverer den stumpe vinkel. Meget hyppig ligger flere listeformige snit parallelt ved hinanden, danner altsaa derved en större krystal, som er tavleformig sammensat efter ∞P̆∞. — Mellem krystallerne, som udgjör ca. halvparten af slaggen, ligger den samme slags grundmasse som i den foregaaende slag. Paa enkelte steder kan man ikke se nogen skarp grænse mellem krystallerne og glasset, idet der lige ved de större krystaller ligger en fin blanding af glas og olivin-partier, orienterede som den nærmeste krystal.

Stirslag fra Kongsberg sölvværk (fra raastens-smeltning 1883, analyse no. 48) er mörk, har ikke krystallinsk, men glasagtigt brud. — Det mikroskopiske præparat, som stod til min raadighed, var paa de fleste steder næsten aldeles uigjennemsigtigt, endskjönt det var meget tyndt; kun paa et par steder kunde forholdene nöjere studeres. — Man ser her dels listeformige og dels tavleformige krystalsnit, som efter udslukningsforholdene maa være rhombiske; de tavleformige snit er opbyggede af gitterværk i to lodret paa hinanden staaende retninger, og de listeformige, hvis vanlige tykkelse er 0,010—0,012 mm., af fine, parallelle stænger. Dette mineral ligner baade i udseende, udslukningsforholde, interferensfarver og for en del ogsaa i opbygningen de som olivin bestemte krystaller i de foregaaende slagger, navnlig i den sidste, og det er derfor

höjst sandsynligt, at vi ogsaa her har med olivin at bestille; noget absolut afgjörende kriterium har vi dog ikke. — Mellem krystallerne ligger der et gult, skiddent glas med mange mörke, punktformige interpositioner; der er meget mere glas end krystalmasse.

Hytteprocesserne paa Kongsberg foregaar altid med omtrent de samme beskikningsforholde, og slaggernes sammensætning varierer fra aar til aar kun inden meget snevre grænser (se sammenstilling af analyser i Norsk teknisk tidsskrift 1883, af I. H. L. VOGT). — Der er derfor al sandsynlighed for, at de to sidstnævnte slagger i det hele og store taget har havt den vanlige sammensætning, og vi opförer derfor et par analyser, udförte (af forf.) paa gjennemsnitspröver af de to slags slagger fra smeltningsaaret 1879—80.

Slag fra Tobo masovn (pr. Dannemora) *1865;* (analyse no. 40). — Slaggen er meget finkrystallinsk, i regelen graa, paa et par steder derimod lysegrön; paa overfladen er der en manganhinde (slaggen holder 2,88 % MnO). I hulerum sees smaa, tavleformige krystaller af den vanlige olivintype. — Slaggen bestaar næsten udelukkende af smaa, vandklare krystaller (max. af bredde 0,25 mm., den vanlige bredde kun 0,05 mm. og derunder), som i alm. stöder umiddelbart op til hinanden, og som kun paa enkelte steder er adskildte ved lidt glasbasis. — Krystallerne kan med sikkerhed paavises at være optisk to-axige; videre er udslukningen altid parallel krystallernes længde- samt spalteretninger, saa mineralet maa være rhombisk. Man kan ogsaa her adskille tre slags snit, nemlig pladeformige — som staar lodret paa en bissektrix — og listeformige med dels spids og dels stump begrænsning paa toppen. Et listeformigt snit med spids begrænsning paa toppen viste sig at have de optiske axers plan (ɔ: OP) lodret længderetningen; begrænsningen maa altsaa efter al sandsynlighed være $2\breve{P}\infty$. — Interferensfarverne er meget livlige.

Disse egenskaber stemmer i enhver henseende med olivinens; der er kun et kjendetegn paa denne, nemlig opbygningen efter $\bar{P}\infty$, som mangler, men dette har sin meget naturlige grund deri, at krystallerne i slaggen fra Tobo optræder fuldt udviklede og ikke kun som krystalskelet. — Den chemiske sammensætning er lidt surere end singulosilikat; kalk og magnesia optræder i omtrent lige mængde.

Slag fra *Lindefors masorn, Småland 1867*, (analyse no. 43). — Slaggen, som holder 8,55 % TiO_2 og 0,25 % Va_2O_5, er mörkebrun, næsten uigjennemsigtig, har krystallinsk brud. I hulerum sidder der de vanlige smaa, rektangulære, tavleformige krystaller af olivinens typus. — Under mikroskopet viser der sig en mængde temmelig store (den vanlige længde 0,5 mm.) og ualmindelig smukt udviklede krystaller af olivin; som fig. 25 viser, kan man ogsaa her meget let adskille de tre, tidligere beskrevne hovedsnit efter $\infty \bar{P} \infty$, $\infty P \infty$ og OP. De optrædende former er $\infty \bar{P} \infty$, $2\bar{P} \infty$ og ∞P; krystallerne bestaar her i endnu större grad end nogensinde ellers kun af krystalskelet.

Mellem de store, porfyrisk udskildte krystaller, som udgjör ca. en trediedel af hele massen, er der en brun, ikke meget gjennemsigtig grundmasse, som udelukkende eller næsten udelukkende bestaar af smaa, brune krystalnaale, der paa flere steder kan sees at udgaa fra de större olivinkrystaller, i forhold til hvilke de er ordnede i bestemt krystallografisk stilling. Paa disse steder kan man være sikker paa, at de smaa krystaller er olivin. Paa andre steder derimod kan det kun afgjöres, at de smaa krystaller er rhombiske, og at de ser ud som olivin, uden at man kan bevise, at de er det; men paa grund af mellemleddene maa man dog med temmelig stor sikkerhed kunne gaa ud fra, at krystallerne ogsaa her bestaar af det samme mineral. Af glas er der kun meget lidet tilstede i slaggen.

Fig. 25.



Snit af titanholdig olivin. (Fra Lindefors 1865). ($\frac{50}{1}$).

Af sidste faktum maa efter al sandsynlighed fremgaa, at i alle fald en meget væsentlig del af den store titanmængde (8,55 % TiO_2) maa indgaa i krystallerne ɔ: i olivinen; vi skal i det fölgende försöge at afgjöre paa hvad maade[1]). — Blandt de i naturen optrædende oliviner har man en saakaldet »titanolivin» fra Pfunders, Tyrol, som efter de forskjellige analyser holder 3,51 % og 5,30 % TiO_2. Ifölge analyserne kan denne meget godt indgaa i selve olivinen som TiO_2, erstattende SiO_2, men ifölge *Rammelsbergs* fremstilling (se Mineralchemi) skal titan-

[1]) Titanmængden er i analysen vejet og beregnet som TiO_2, men heri ligger ikke, at det netop skal være forbindelsen TiO_2, som indgaar i slaggen.

mængden rimeligvis skrive sig fra mekanisk indblandet titanjern. Vi kjender altsaa fra mineralogien ikke noget til titanets optræden i olivinerne og kan saaledes herigjennem ikke faa nogen ledetraad til lösningen af vort problem.

I sin almindelighed indgaar titan i mineralerne dels som TiO_2 (svarende til SiO_2, f. ex. i titanit og yttrotitanit, samt til SiO_2, ZnO_2 og SnO_2, f. ex. i rutil) eller som Ti_2O_3 (undertiden skrevet som $TiTiO_3$ eller $TiO. TiO_2$), ekvivalerende Fe_2O_3, med hvilken den er isomorf; derimod kjendes i naturen ikke noget titanoxidul (TiO), som i isomorfe mineraler skulde kunne erstatte FeO, MgO, CaO o. s. v. — En saadan forbindelse kan dog af chemiske grunde meget let kunne tænkes, da tin, som staar titan meget nær [1]), har de to oxyder SnO_2 og SnO.

Den her behandlede slag er fra en masovn, som har smeltet den bekjendte, titanholdige Tabergs-malm (fra Smaland). Enten malmen har bestaaet af titanholdig magnetit (efter GROTH af formel $Fe(Fe, Ti)_2 O_4$) eller af en mekanisk blanding af magnetit og titanjern (den sidste efter GROTH af formel $(Fe, Ti)_2 O_3$), har titanet i malmen i begge fald optraadt som $Ti_2 O_3$ og ikke som TiO_2. — Ved selve masovnsprocessen har denne $Ti_2 O_3$ ikke kunnet have anledning til at oxydere sig til TiO_2, tvertom, om man oprindelig havde havt TiO_2, vilde denne snarere være bleven reduceret. Vi maa altsaa med sikkerhed kunne gaa ud fra, at i vor slag (eller i vore oliviner?) optræder titanet ikke som TiO_2. — Vi ved videre af metallurgien, at titanoxyderne næsten ikke lader sig reducere til metallisk titan i masovn; rujernet fra de Taberg'ske malme holder ikke engang spor af titan. Paa den anden side har man vistnok de bekjendte titan-kvælstof-krystaller, hvor Ti er i forbindelse med C og N; det oprindelig titanoxyd er her bleven spaltet ɔ: reduceret. Men om end titanoxyderne vanskelig lader sig drive ned til metallisk titan, maa man dog vente, at de i den stærkt reducerende masovnsprocess vil blive bragt ned til den laveste oxydationsgrad, som overhovedet kan existere ɔ: til TiO(?).

Dette resultat vilde meget godt stemme med slaggens chemiske sammensætning. — Som omtalt bestaar nemlig slaggen rimeligvis næsten udelukkende af olivin ɔ: slaggen maa meget stærkt nærme sig til singulosilikatet. Hvis titanet indgaar som TiO_2, erstattende SiO_2, blir surstofforholdet (lerjorden

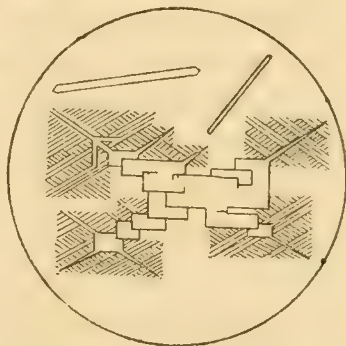
---

[1]) Det erindres, at tinsten ($Sn O_2$) og rutil ($Ti O_2$) er isomorfe.

som base) 1 : 1,33; hvis det derimod indgaar som TiO, erstattende FeO, MgO o. s. v., blir det 1 : 1,05. Heraf maa man kunne uddrage som den sandsynlige slutning, at titanet optræder som TiO, noget, man af mineralogiske grunde paa forhand ikke skulde være tilböjelig til at tro. Den endelige afgjörelse af dette dunkle punkt maa udskydes til fremtiden.

Slag fra *Westanfors masovn* 1879 (analyse no. 32). — Slaggen er graa, har finkrystallinsk kjærne og et skal af glas paa de mod afkjölingsfladerne vendende sider; i hulerum sidder smaa krystaller af den vanlige olivintype. Paa overfladen er slaggen overdraget med en lys manganhinde (slaggen holder 11,16 % MnO).

Fig. 26.



Olivin-mikroliter. (Fra Westanfors 1879). Den store mikrolit er 0,7 mm lang.

I præparat af den glasagtige del sees en mængde, ualmindelig vakre olivin-mikroliter, opbyggede efter den vanlige lov. — I de tavleformige snit ($\neq \infty \breve{P} \infty$) er der gjerne en kompakt kjærne af olivin med spaltbarhed efter OP og $\infty \bar{P} \infty$ samt begrænsede af flader i samme retninger; ved den störste mikrolit i præparatet (se fig. 26) kunde det med lethed afgjöres, at krystalmassen var optisk to-axig, samt at udslukningen fulgte spaltbarheden ɔ: at mineralet er rhombisk. — Videre staar en af bissektrixerne lodret paa fladen ɔ: denne er enten $\neq \infty \breve{P} \infty$ eller $\neq \infty \bar{P} \infty$. — Fra hjörnerne af den indre kjærne udgaar der et meget fint og ualmindelig vakkert netværk af olivin efter retningerne $P \infty$; paa tegningen har jeg maattet indskrænke mig til at gjengive det förste, grundlæggende stamkors efter $P \infty$ samt de fra dette udgaaende grene; den finere netværks-opbygning af 3:die og 4:de orden derimod har jeg ikke kunnet indtegne. — Snit i de andre retninger er altid meget lange og tynde, f. ex. en mikrolit 0,350 mm. lang og 0,006 mm. bred; meget hyppig ligger flere saadanne tynde stave lige ved siden af hinanden og indbyrdes parallelle ɔ: en större krystal har begyndt tavleformig at sætte sig sammen efter $\infty \breve{P} \infty$. — I glasset sees der foruden olivinerne, som neppe udgjör saa meget som $\frac{1}{100}$ af hele massen, ingen andre udsondringer.

I den krystallinske del ser man for det förste smaa, aldeles utvivlsomme krystaller af olivin, nemlig de vel kjendte tavler efter $\infty \breve{P} \infty$ med opbygning efter $\bar{P} \infty$ samt de tynde snit efter de andre retninger. Desuden er der en hel del krystaller med meget brogede interferensfarver, opbyggede af gitterværk dels af to lodret paa hinanden staaende retninger og dels af disse to og to dermed symetriske. Efter de optiske forholdene maa mineralet være rhombisk. — Paa flere steder udgaar gittersystemet fra en kjærne af vanlig olivin; substansen i dette kan da sees at være absolut den samme som den i de færdige krystaller ɔ: selve gittersystemet bestaar af olivin. — Opbygningen har fundet sted efter $\infty \breve{P} \infty$, $\infty \bar{P} \infty$ og OP samt efter et doma eller prisma, rimeligvis efter $\bar{P} \infty$. Man kunde paa forhaand tro, at det skulde være meget let at adskille de to slags netværk, som dannes af olivin og af augit, fra hinanden, men saa er ikke tilfælde, da det er saa sjelden at faa se snit i de fundamentale krystallografiske retninger.

Slag fra *Söderfors 1883* — er graa, finkrystallinsk med en tynd glashinde. I druserum sidder en mængde typiske olivinkrystaller af den bekjendte form. — Glasset viser fuldstændig de samme olivin-mikroliter og den krystallinske del den samme gitterformige opbygning som den foregaaende slag.

Denne slag holder et par % MnO, den fra Westanfors derimod 11,16 % MnO; olivinens opbygning er begge steder den samme ɔ: en MnO-mængde af 11,16 % kan ikke paa nogen mærkbar maade forandre olivinens habitus.

Tephroit (knebelit).

Slag fra *Sunnemo 185?* (analyse no. 44). — Slaggen bestaar af et gjennemsigtigt, mörkebrunt glas, hvori der ligger udskildt hvide, kugleformige partier, oftest med radierende struktur. — De hvide partier bestaar af et mineral, som i de forskjellige snit dels viser sig som lange stænger, hvoraf i alm. flere ligger parallelt lige ved hinanden, og dels som flader, opbyggede af to lodret paa hinanden staaende retninger. I de sidste snit kan det med lethed afgjöres, at mineralet er optisk to-axigt; udslukningen fölger altid efter opbygningen ɔ: mineralet maa rimeligvis være rhombisk. — Interferensfarverne er i de listeformige snit levende, i de pladeformige, saavidt det kan afgjöres, derimod matte.

Saavel efter krystalsystemet, opbygningsforholdene som efter den chemiske sammensætning maa formodes, at mineralet hörer til olivingruppen; da MnO er saa overvejende i forhold til de andre baser, blir det i tilfælde at kalde tephroit.

Mellem de forskjellige stænger ligger der temmelig meget glas.

Den ved *Domnarfvet* faldende bessemerslag krystalliserer efter surhedsgraden dels ud som rhodonit og dels som et olivinmineral med samme krystallografiske typus som egentlig olivin og fayalit. Da MnO i de surere slagger (rhodonit-slaggerne) indgaar i en saadan mængde, at den blir den karakteriserende base i det dannede mineral, kan man slutte, at den ogsaa i olivin-mineralet maa spille en fremtrædende rolle, om der end her er relativt mere FeO end i de sure slagger. — Den her optrædende MnO-rige olivin er brun, ikke sort som fayaliten; om man vil kalde mineralet en FeO-rig tephroit eller en MnO-rig fayalit, blir en smagssag.

Anm.[1]) De kalkrige, basiske slagger gjöres her ikke til gjenstand for nogen indgaaende undersögelse og beskrivelse, idet der den gang, da dette arbejde blev skrevet, ikke stod til min disposition noget fuldstændigt material af stærkt basiske masovns-slagger. — Som af tidligere undersögelser bekjendt, er det *melilith*, bestaaende af $(RO)_9$ $(R_2O_3)_2$, $(SiO_3)_9$, hvor RO er CaO med Na_2O, MnO, MgO, FeO o. s. v., som i de hidhörende smelteprodukter spiller hovedrollen. Saavidt det af en af forf. sammenstillet analyse-række over melilith-slagger kan sluttes, fordrer melilithen til sin dannelse, at der i smeltemassen ikke er mere SiO_2 tilstede, end surstofforhold 1 : ca. 1.4 (lerjorden som base) angiver; videre maa CaO' gehalten være meget betydelig (mindst 25—30 %). MnO synes at lette melilithdannelsen (idet der uden vanskelighed krystalliserer ud MnO' rige melilither), medens derimod MgO og FeO modarbejder samme (idet de, naar de er tilstede i nogenlunde rigelig mængde i forhold til CaO, giver anledning til dannelse af olivin). I de CaO' rige, basiske masovns-slagger (fornemmelig fra cokesmasovne) er der altid saa pas meget Al_2O_3 tilstede, at melilith

[1]) Tilföjet ved korrektur-læsningen, nov. 1884.

kan konstitueres. — I slagger af sammensætning 46—55 % SiO_2, 4—12 % Al_2O_3, 30—38 % CaO og kun et par % MgO, MnO, og FeO o. s. v. tilsammen danner der sig ikke sjelden (muligens dog kun i slagger fra trækuls-masovne ɔ: ved relativt lav temperatur) et hexagonalt, optiskt positivt mineral, som temmelig jævnlig optræder i cm' lange krystaller. En hermed identisk forbindelse kjendes ikke i naturen; vort mineral blir altsaa at indföre som nyt species. — I SiO_2' fattige og meget Al_2O_3' rige slagger findes der undertiden lidt spinel; det synes, at en særdeles höj temp. er en uafviselig betingelse for spinellens dannelse (naar der ikke er andre baser end CaO, MgO og MnO tilstede; zinkspinel $ZnO . Al_2O_3$) danner sig temmelig let, cfr. A. Stelzner's arbejder herover). — Basiske smeltemasser har en ejendommelig tendens til at smelte sammen med eller oplöse i sig enkle sulfider af de ordinære baser (ZnS, MnS, FeS, CaS og MgS); disse substanser, som synes i alm. at optræde i smaa, uregelmæssige, ofte buskformig forgrenede traade og traadknipper, besværliggjör jævnlig det mikroskopiske studium af de basiske slagger.

Om olivinmineralernes axeforholde, CaO's stilling inden olivingruppen, m. m.[1])

De nöjagtigste undersögelser over axeforholdet hos den i naturen optrædende MgO-olivin er udförte af N. v. Kokscharow[2]), som först (i 1866) foretog omhyggelige maalinger af en del (nemlig 4) udmærket gode og klare, antagelig temmelig FeO-fattige, olivinkrystaller[3]), og som senere (i 1870) gjorde olivinen i Pallas-jernet til gjenstand for detailleret studium.

De förste krystaller opföres med axeforhold

0.46603 : 1 : 0.58666

og de sidste med

0.46575 : 1 : 0.58650.

Forskjellen mellem disse tal er begrundet i en maalingsdifferents paa kun ca. 1 minut, — Overhovedet viser det sig gjennemgaaende, at alle de naturlige MgO-oliviner har næsten

[1]) Tilföjet, efter at den störste del af dette arbejde var skrevet færdig og begyndelsen ogsaa trykt.

[2]) Det förste arbejde findes i Materialien zur Mineralogie Ruslands, 5:te bind, 1866, det andet i samme publikations-serie, 6:te bind, 1870.

[3]) Oprindelig antog N. v. K., at disse krystaller stammede fra Brasilien, men senere meddeles, at de formentlig var fra Egypten.

absolut samme vinkelforholde, et faktum, som N. v. KOKSCHAROW udtrykker i fölgende sats: Die Vergleichung der Resultate, welche MOHS, v. HAIDINGER, SCACCHI og ich (ɔ: N. v. K.) durch Messungen an Olivin- (Chrysolith) Krystallen aus anderen Fundorten erhalten haben, zeigt, dass zwischen den Winkeln aller dieser Chrysolithe fast kein Unterschied statt findet. — Det kan ikke forudsættes, at alle de af saa mange forskjellige krystallografer maalte oliviner har havt nöjagtig samme forhold mellem MgO og FeO. Pallas-olivinen bestaar, efter de af N. v. K. meddelte analyser, af ca. 84 % MgO-olivin mod ca. 16 % FeO-olivin, indeholder altsaa ganske betydelige mængder af jernoxydul, medens de klare chrysolither —, som antagelig fornemmelig har været gjort til gjenstand for de krystallografiske undersögelser —, i alm. holder relativt mere magnesia. Vi faar altsaa heraf som resultat, at de hidtil maalte naturlige oliviner har omtrent nöjagtig samme axeforhold, om end den indbyrdes proportion mellem FeO og MgO har varieret noget.

Hidtil foreligger kun en eneste krystallografisk undersögelse over nogenlunde ren MnO-olivin, nemlig HJ. SJÖGRENS maaling (se A. SJÖGREN, Om tephroit [1]). Den undersögte krystal, som bestod af næsten ren MnO-olivin, nemlig af ca. 92 % MnO-olivin mod kun ca. 8 % MgO-olivin, befandtes at have axeforhold

0.4600 : 1 : 0.5937.

Over FeO-olivin eller fayalit, dannet i jernoxydul-rige slagger, er i tidernes löb gjort en hel svite undersögelser, hvis resultater gjengives i nedenstaaende tabel, som er sammenstillet af H. LASPEYRES [2]) (heri ikke medtaget mine egne undersögelser).

Efter	∞P : ∞P.	2P̆∞ : 2P̆∞.	a : b : c.	MnO-gehalt.
Mitscherlich[1])	130° 28′	81° 17′	0.46140 : 1 : 0.58250	?
Brooke & Miller[2])	130° 24′	81° 38′	0.46206 : 1 : 0.57892	1.30—2.65 %
Bothe [3])	130° 30′	81° 36′	0.46101 : 1 : 0.57925	Spor
G. vom Rath [4])	131° 10′	81° 30′	0.45397 : 1 : 0.58028	9.16
Sokolow [5])	130° 25′	81° 30′	0.46188 : 1 : 0.58028	?
Ermann [6])	131° 0′	?	0.45579 : 1 : ?	?

[1]) Geol. för. förh., 6:te bind, 1883, pag. 538.
[2]) Se Zeits. f. Kryst. und. Min., B. 7, aar 1883.

Anm.

1) Quenstedt, Mineralogie 1877. Jahrb. f. Min. 1860, pag. 668.
2) Brooke & Miller, Mineralogy 1852, pag. 319.
3) Journ. f. prakt. Chemie 1859, B. 78, pag. 225.
4) Kossmann. Pogg. Ann. 1869, B. 137, pag 136.
5) Archiv für die wissenschaftliche Kunde Russlands, 1860, pag. 145.
6) Sammesteds, 1860, pag. 201.

Mitscherlichs, Millers, Bothes og Sokolows maalinger stemmer ganske godt; de giver i middel

130° 27′ 81° 30′ 0.46153 : 1 : 0.58028.

Ermanns og G. v. Raths[1]) bestemmelse af ∞P afviger saa stærkt fra de övrige, at vi ikke tager noget hensyn til dem. — Det fundne middel differerer kun om et par minuter (resp. $8\frac{1}{4}'$ og $2\frac{1}{2}'$) fra mine egne maalinger; det kan saaledes med fuld sikkerhed sluttes, at de her anförte bestemmelser for fayalitens vinkler og axeforhold maa være temmelig nöjagtige, og specielt kan det fremholdes, at FeO giver forbindelsen $(RO)_2$ SiO_2 ganske andre krystallografiske konstanter, end MgO gjör. — Da de fayalit-krystaller, jeg selv har maalt, er udmærket gode, og da alle de fundne vinkler stemmer meget nöje med de beregnede, opföres i det fölgende det af mig her tidligere refererede axeforhold (se pag 46).

Ren kalk-olivin, af sammensætning $(CaO)_2$ SiO_2, kjendes til dato ikke i naturen; derimod har man mineralet monticellit, som, efter de af Rammelsberg (se Mineralchemie) sammenstillede analyser, altid bestaar af 1 del $(CaO)_2$ SiO_2 til 1 del $(RO)_2$ SiO_2, hvor RO = MgO med lidt FeO. — Monticellit blev i aaret 1831 opstillet af Brooke som eget species; det udsondredes fra olivin paa grund af de ikke ubetydelige vinkeldifferentser. I Phillips og Millers lærebog i mineralogi blev monticellit fremdeles holdt ud som særskildt mineral, men derpaa blev det i en aarrække[2]) uden videre slaaet sammen med olivin (efter angivelse af Scacchi, optaget af Dufrénoy, Des Cloiseaux, Dana o. s. v., og

1) Kossmann gjör opmærksom paa, at de af G. v. Rath undersögte fayaliter ikke tillod særdeles nöjagtige maalinger.
2) Se udvikling af G. v. Rath. (Ann. d. Physik und Chemie, Pogg. Ergänzungsbind, Bd. V, aar 1871).

begrundet i, at SCACCHI havde foretaget maaling af monticellit-lignende olivin, som forvekslede med virkelig monticellit). Först i 1871 foretoges, af G. vom RATH, en reviderende undersögelse over mineralet; det viste sig herved, at den oprindelig af BROOKE paapegede vinkeldifferents, som gaar op til ikke mindre end tre grader, var ganske korrekt. Med hensyn til forholdet ligeover for olivin ytrer G. vom RATH: »Ueberdiess darf man nicht ausser Acht lassen, dass der Olivin zu den in Bezug auf die Kantenwinkel constantesten unter allen Mineralien gehört, gegenüber welcher Thatsache offenbar eine Differance von 3° um so schwerer in's Gewicht fällt» —, i hvilken anledning det fremholdes, at de to her omhandlede mineraler bör holdes ud fra hinanden. I et senere arbejde [1]) udtaler den samme forsker, at »Ca und Mg zeigen sich in der Olivingruppe weniger isomorph, als es bei den rhomboedrischen Carbonaten der Fall ist».

Efter denne fremstilling faar man det indtryk, at basen CaO eller forbindelsen $(CaO)_2\ SiO_2$ skal indtage en fuldstændig særstilling i eller ligeover for olivingruppen, og dette er, som den senere kritik af krystallisations-forholdene i smeltemasser udviser, ogsaa for en del berettiget; det er dog, som det her skal vises, ikke begrundet i krystallografiske forholde, idet CaO og MgO i olivingruppen i virkeligheden er isomorfe (eller, med det mere korrekte udtryk, homöomorfe), men derimod i affinitetsforholdene mellem SiO_2, Al_2O_3 paa den ene side og de enatomige baser paa den anden.

Forinden vi gaar videre, skal sammenstilles i oversigt de forskjellige olivinmineralers krystallografiske konstanter:

	∞P : ∞P.	2P̆∞ : 2P̆∞.	a : b : c.
Egentlig olivin $(MgO)_2\ SiO_2$	130° 3′	80° 54′	0.46575 : 1 : 0.58650
Fayalit $(FeO)_2\ SiO_2$	130° 35¼′	81° 27½′	0.4596 : 1 : 0.5807
Tephroit $(MnO)_2\ SiO_2$	130° 36′	80° 12½′	0.4600 : 1 : 0.5937
Monticellit $(CaO.MgO)\ SiO_2$	133° 6½′	81° 57′	0.4336 : 1 : 0.5757

(efter maalinger af N. v. KOKSCHAROW, forf., HJ. SJÖGREN og G. v. RATH [2]).

---

[1]) Pseudomorphe Monticellite von Pesmeda am Monzoni (Pogg. Ann. Bd. 155, aar 1875).

[2]) EBELMEN anförer (se Comptes rendues, tome XXXII. pag. 710—173, Annales de chim. et phys. III, série, XXXIII, pag. 34), at de af ham

Ved opförelsen af de chemiske formler er her ikke taget hensyn til et par procent iblanding af anden slags olivinmineral.

Af denne oversigt sees, at de forskjellige baser i almindelighed giver $(RO)_2 SiO_2$ forskjellige krystallografiske konstanter, som i det hele og store differerer i ikke uvæsentlig grad fra hinanden. Kun hos to af de fire led, nemlig hos fayalit og tephroit, er der overensstemmelse med hensyn til en enkelt af værdierne, nemlig c-axen eller vertikalzonens vinkler, medens derimod den anden zone har ganske forskjellige vinkler. — CaO giver i begge zoner de mindste værdier for axerne; monticellitens a-axe er temmelig forskjellig fra de andres; dens c-axe derimod staar meget nærmere FeO- og MgO-olivinernes, end tilfældet er med MnO-olivinens c-axe.

Naar samtlige olivinmineraler betragtes under et, kan ingen særskildt af dem paapeges i krystallografisk henseende at skulle indtage en abnorm stilling ligeover for de övrige, og G. vom RATHS udtryk om, at CaO og MgO her skulde være »weniger isomorph», passer ikke længere.

I de i naturen optrædende egentlige oliviner (med MgO som hovedbase) indgaar CaO enten absolut ikke eller kun i yderst ringe mængde. Af de i *Rammelsbergs* Mineralchemie (aar 1875) opförte 10 analyser af egentlig olivin holder saaledes de 8 ikke engang spor af CaO; kun i de to resterende er der resp. 0.21 og 3.07 % CaO tilstede. Om disse to analyser er dog at bemærke, at de samtidig förer en del Al_2O_3, nemlig resp. 0.16 og 1.21 %, saa det maa formodes, at analyse-

---

ved smeltning af MgO og SiO_2 i kulsurt kali eller borsyre erholdte oliviner, som var udviklede efter den ordinære type, havde vinkler:

$$\infty P : \infty P = 130^\circ \text{ og } 2\breve{P}\infty : \infty\breve{P}\infty = 40^\circ\ 50', \text{ hvoraf beregnes}$$
$$a : b : c = 0.4663 : 1 : 0.5786.$$

Da krystallerne sandsynligvis ikke har været særdeles gode, og da c-axen kun er bestemt ved en enkelt maaling mellem dome og pinakoid, kan vi ikke tage noget hensyn til det refererede resultat, som differerer i ikke uvæsentlig grad fra alle andre bestemmelser af c-axen hos MgO-olivin. — Man maa af EBELMENS maaling ikke ledes til den forestilling, at $(RO)_2 SiO_2$ skal have andre konstanter, naar den fremstilles kunstig, end naar den er dannet i naturen; af P. V. von JEREMÉJEWS undersögelse fremgaar nemlig, at slag-olivin med MgO som hovedbase har nöjagtig samme vinkler som den naturlige, egentlige olivinen.

Om ZnO-förende olivin, se senere.

materialet var urent. Resultatet er, at de her omhandlede oliviner synes at være absolut CaO-fri. — Skulde overhovedet nogen af de naturlige, egentlige oliviner være CaO-förende, maatte det i særlig grad formodes at være tilfælde med dem, som krystalliserer ud af særdeles CaO-rige og basiske smeltemasser, altsaa med f. ex. melilithbasalternes olivin; vi finder dog, at der i den af den velkjendte chemiker Dr. A. SCHERTEL udförte analyse[1]) af ren olivin, isoleret af melilithbasalt fra Hochbohl, ikke indgaar spor af CaO.

K. OEBBEKE (i Würzburg) anförer i »Beiträge zur Kenntniss des Paläopikrits und seiner Umwandlungs-Producte, Würzburg 1877» analyse af en formodet kalkförende olivin; som middel af to analyser, hver udfört paa kun $\frac{1}{50}$ gram (ɔ: 20 mgr), angives:

Analyse no. 25.

		Surstofmængderne.	
SiO_2	42.53	22.68	
MgO	35.68	14.27	
CaO	14.09	4.03	19.74
FeO	6.48	1.44	
Sum	98.78		

ɔ: der er 1 del surstof i baserne til 1.15 i kiselsyren.

Da analysen differerer i ikke uvæsentlig grad fra olivinens sammensætning, og da analysematerialet desuden var saa yderst lidet, at allerede et par mgr. iblanding af f. ex. augit var nok til at fremkalde saa stor CaO-gehalt som den angivne, kan det ikke indrömmes, at det her omhandlede mineral med sikkerhed kan opföres som kalkholdig olivin.

I RAMMELSBERGS Mineralchemie (pag. 429) og A. SJÖGRENS arbejde om tephroit (Geol. för. förh. B. 6, pag. 538) meddeles tilsammen 15 analyser af MnO-olivin (tephroit eller knebelit); af disse holder 8[2]) absolut intet CaO, 3 mellem 0.18 og 0.57 % CaO, 3 mellem 1.04 og 2.71 % CaO og kun den resterende, nemlig analyse af en graa tephroit fra Långban, en större CaO-gehalt, nemlig 9.80 %. De fleste analyser viser en hel del MgO og FeO, i meget vekslende mængder.

Som hovedresultat af alle disse undersögelser fremgaar, at i de egentlige oliviner indgaar der neppe nogensinde saa me-

[1]) Meddelt af A. STELZNER, Neues Jahrb. 1884, I.
[2]) Herunder hörer analyse af den eneste hidtil kjendte tephroit, som optræder i gode krystaller.

get som spor af CaO, medens det derimod synes, at MnO-olivinen hist og her indeholder et par procent CaO. Da det dog ikke kan ansees for absolut givet, at analysematerialet i de sidstnævnte fald har været rent, kan af de hidtil refererede analyseserier ikke med fuld sikkerhed sluttes, at CaO i olivinrækken skal være isomorf (eller homöomorf) med MgO, MnO og FeO. — Den eneste fra naturen kjendte omstændighed, som skulde antyde dette, bestaar efter denne udvikling i, at der findes et CaO-rigt mineral, nemlig monticellit[1]), med vinkler nogenlunde svarende til dem, som karakteriserer MgO-, MnO- og FeO-olivinerne; heller ikke heraf kan dog uden videre drages den slutning, at CaO i sin almindelighed er homöomorf med MgO o. s. v. i olivinrækken, og at den i vilkaarligt forhold kan erstatte de andre baser, idet det nemlig har vist sig, at monticellit altid er sammensat af 1 del $(CaO)_2\,SiO_2$ til en del $(RO)_2\,SiO_2$, hvor $RO = MgO$ med lidt FeO. Længere kommer man ikke med det material, som hidtil staar til vor disposition. — Heldigvis kan her meddeles resultat af nogle undersögelser, som til en vis grad kan opklare det her omhandlede forhold.

I Stockholms Bergskolas samlinger findes et stykke saakaldet »slagdalk» ɔ: en ikke ganske gjennemsmeltet masse, afsat paa en form eller lignende, fra Gässjö masovn, aar 1859. I druserum sidder et sted nogle ganske gode krystaller, som lader sig maale med et par minutters nöjagtighed. Krystallerne, som er klare, svagt brunfarvede, er udviklede efter olivinens typus, med fladerne ∞P, $2\breve{P}\infty$ og $\infty\breve{P}\infty$; de er lang söjleformige efter $2\breve{P}\infty$, paa toppen begrænsede af ∞P; $\infty\breve{P}\infty$ er kun ganske smal.

Den bedste krystal, no. 1, gav:

	1:ste gangs maaling.	2:den gangs maaling.
$\infty P : \infty P$	132° 48½′	132° 48½′
$\infty P : \infty\breve{P}\infty$	66° 25½′	66° 26′
$\infty P : \infty\breve{P}\infty$	180 ÷ 66° 22½′	180 ÷ 66° 22½′
$2\breve{P}\infty : 2\breve{P}\infty$	81° 41½′	81° 41½′
$2\breve{P}\infty : \infty\breve{P}\infty$	40° 51′	40° 49½′
$2\breve{P}\infty : \infty\breve{P}\infty$	180 ÷ 40° 50½′	180 ÷ 40° 51′

[1]) Kun kjendt fra Monte Somma, Vesuv og Fassathal, begge steder dannet som sekundært mineral i metamorfoseret kalksten.

Krystal no. 2, ikke fuldt saa god, gav:

$\infty P : \infty P$	132° 51′
$\infty P : \infty \breve{P} \infty$	66° 25½′
$2\breve{P} \infty : 2\breve{P} \infty$	81° 40½′
$2\breve{P} \infty : 2\breve{P} \infty$	180°—81° 40′

Som det sandsynlige resultat af disse gjennemgaaende meget vel overensstemmende maalinger faaes, idet der fornemmelig tages hensyn til de gode flader:

$$\infty P : \infty P = 132° \ 49\tfrac{1}{2}$$
$$2\breve{P} \infty : 2\breve{P} \infty = 81° \ 41\tfrac{1}{2},$$

hvoraf beregnes axeforhold:

$$a : b : c = 0.43663 : 1 : 0.57832$$ [1])

Af vinkelværdierne og krystaltypen samt slaggens chemiske sammensætning (se herom i det fölgende) sluttes, at mineralet er en slags olivin; da CaO og FeO er dominerende, maa det være at betegne som en CaO-FeO-olivin.

Efter en af D. A. Kruhs (aar 1860) udfört analyse bestaar den slagmasse, hvori krystallerne sidder, af:

Analyse no. 26.

		Surstofmængderne.	
SiO_2	34.30	18.29	
Al_2O_3	0.78	0.36	
CaO	33.72	9.63	17.39
MgO	4.68	1.87	
MnO	0.86	0.19	
FeO	25.64	5.70	
Sum	99.98	Surstofforhold 1 : 1.03.	

I mikroskopisk præparat af slaggen sees 1) store krystaller, identiske med de maalte, udgjörende mindst ca. 80 % af den hele masse, 2) magnetit, i smaa, sorte, uigjennemsigtige oktaedere, i krans langs kanten af CaO-FeO-olivinen, udgjörende ca. 1—2 % af hele massen, og 3) et lysegult, temmelig stærkt pleochroitisk (med farver lys brungult og intensiv sisik-

[1]) Af de her refererede maalinger fremgaar, at vinklerne rimeligvis maa ligge mellem ydergrænserne 132° 51′ & 132° 47′ og 81° 43′ & 81° 40′, hvoraf fölger, at a-axen maa ligge mellem 0.43637 & 0.43706 og c-axen mellem 0.57858 & 0.57806.

gult) mineral med 2 eller 3 ca. lodret paa hinanden staaende spalteretninger, parallel hvilke mineralet slukker ud (ved krydsede nikols). Dette mineral, som antagelig er en slags fayalit, dog ikke nogen ren FeO-olivin, da det ikke har farve og udseende som denne, indtager mellemrummene mellem de store krystaller. — Næsten den hele magnetit-mængde er krystalliseret ud i et bestemt öjeblik under den sidste del af CaO-FeO-olivinens dannelses-periode; de store krystaller har nemlig en indre kjærne, som er aldeles fri for magnetit-oktaedere, og som har en skarp krystallografisk begrænsning mod randzonen, som fornemmelig bestaar af olivin, krystallografisk orienteret som individets midtre del, med en hel del magnetit-oktaedere.

Naar 0.78 % Al_2O_3 + 0.54 % FeO fraregnes, bestaar resten af ca. 53.5 % $(CaO)_2\,SiO_2$, 37.7 % $(FeO)_2\,SiO_2$ og 8.8 % $(MgO)_2\,SiO_2$; den lille forhaandenværende mængde MnO er regnet sammen med FeO.

Olivin, identisk med den krystallografisk undersögte, udgjör ca. 80 % af den hele masse; dens sammensætning maa derfor ligge mellem grænserne

$$\text{ca. } 2\ (CaO)_2\,SiO_2 : 1\ (RO)_2\,SiO_2$$
$$\text{og ca. } 1\ (CaO)_2\,SiO_2 : 1.5\ (RO)_2\,SiO_2,$$

naar vi med RO sammenfatter FeO og MgO. I förste fald maatte det silikat, som indtager mellemrummet mellem de store krystaller, være rent RO-silikat, i andet fald derimod rent CaO-silikat. Det kan skjönnes, at i virkeligheden indtræffer ikke noget af de nævnte grænse-tilfælder, idet det tilslut dannede mineral er stærkt gul-farvet og meget pleochroitisk, maa altsaa indeholde en del FeO, medens det paa den anden side ikke bestaar af absolut rent FeO-silikat (eller ren fayalit), da det ikke har udseende nöjagtig som dette. — Da de store krystaller kun er ganske svagt farvede, medens det tilslut dannede mineral er intensiv brungult (farvet af FeO), er det sandsynlig, at det sidstnævnte holder mere FeO, end tilfældet er med vor CaO-FeO-olivin. Som resultat heraf faaes, at de maalte krystaller sandsynligvis har en sammensætning af ca.

$$1.25\ \text{del}\ (CaO)_2\,SiO_2 : 1\ \text{del}\ (RO)_2\,SiO_2.$$

Vort mineral afviger saavel i chemisk som krystallografisk henseende fra monticellit, idet det for det förste foruden basen CaO har en hel del FeO, men kun lidet MgO, medens monticellit altid förer 1 del CaO : 1 del RO, hvor RO er MgO med

kun et par procent FeO, — idet dernæst ingen omstændighed antyder, at mineralet netop skal bestaa af 1 del CaO-silikat til 1 del RO-silikat —, og idet der endelig er betydelige vinkeldifferentser (resp. 43' og 15½') mellem det her omhandlede mineral og monticellit. — Som resultat faaes, at de undersögte krystaller tilhörer en virkelig olivin, der konstitueres af baserne CaO, FeO og MgO i et vilkaarligt, ganske tilfældigt forhold; CaO er dominerende.

Heraf igen drages den generelle slutning, at CaO i sin almindelighed maa kunne indgaa i olivinmineralerne, paa homöomorf vis erstattende MgO, FeO og MnO. — Den omstændighed, at den eneste i naturen kjendte CaO-förende olivin netop bestaar af 1 del CaO-silikat til 1 del MgO-silikat, bliver efter dette at sammenligne med, at der selv inden saa typiske mineralgrupper som f. ex. de rhomboedriske karbonater eller de rhombiske sulfater (af PbO, BaO og SrO) sjelden danner sig homöomorfe blandinger i ganske vilkaarlige forhold, idet mellemledene i almindelighed bestaar af konstante og enkle blandinger.

I det fölgende skal refereres de vistnok yderst faa hidtil foretagne undersögelser over oliviner, som er bestaaende af homöomorfe blandinger i vilkaarligt forhold af de forskjellige rene RO-silikater. Det skal blive paavist, at i de foreliggende tilfælder ligger mellemleddenes axeforhold mellem de værdier, som er karakteriserende for de enkelte konstituenter; i et tilfælde er blanding-olivinens axeforhold i alle fald tilnærmelsesvis middel af de enkelte olivin-leds konstanter.

Vi vil först undersöge, hvorledes forholdet er ved den nys omhandlede CaO-FeO-olivin. — Da ren CaO-olivin til dato ikke er kjendt, vil vi, rent hypothetisk, gaa ud fra den forudsætning, at monticellitens axeforhold skal danne det arithmetiske middeltal mellem axernes værdier hos ren MgO-olivin paa den ene side og eventuel ren CaO-olivin paa den anden; heraf faaes, at den sidste forbindelse skal have axeforhold

$$a : b : c = 0.4012 : 1 : 0.5647.$$

Som hosstaaende tabel viser, ligger de geometriske konstanter hos vor CaO-FeO-olivin nogenlunde midt mellem yderleddenes axeforhold.

	a : b : c
$(FeO)_2\ SiO_2$	0.4596 : 1 : 0.5807 [1]
CaO-FeO-olivin	0.4366 : 1 : 0.5783
Hypothetisk $(CaO)_2\ SiO_2$	0.4012 : 1 : 0.5647.

Længere kan vi her ikke komme, idet vi ikke med fuld sikkerhed kan angive det procentiske forhold mellem CaO, FeO og MgO i vor olivin.

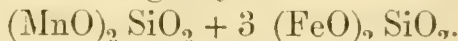
Saavel montecellit som CaO-FeO-olivinen giver i krystallografisk henseende som fælles resultat, at, naar CaO indgaar i $(RO)_2\ SiO_2$, saa formindskes a- og c-axerne — eller foröges b-axen — i ganske væsentlig grad.

H. Laspeyres [2]) har undersögt en ferskslag fra Milspe pr. Schwelm, hvori sad MnO-rige fayaliter af fölgende chemiske sammensætning:

Analyse no. 27. [3]) (Analyseret af R. Pierre.)

SiO_2	30.36
FeO	52.98
MnO	16.66
Sum	100.00.

Hertil svarer temmelig nöje en olivin af formel



$$(MnO)_2\ SiO_2 + 3\ (FeO)_2\ SiO_2.$$

Krystallerne, der som vanligt var tavleformige efter $\infty \breve{P} \infty$ og forövrigt begrænsede af ∞P og $2\breve{P}\infty$, lod sig maale med nogle minutters nöjagtighed. De gav

$$\infty P : \infty \breve{P} \infty = 65^\circ\ 30'$$
$$2\breve{P}\infty : 2\breve{P}\infty = 99^\circ\ 22',$$ hvoraf beregnes

$$a : b : c = 0.4559 : 1 : 0.5893.$$

Om disse talværdier er at bemærke, at a-axen er fremgaaet ved beregning af det sandsynlige middel af maalinger, der differerede indtil 9′ indbyrdes, mellem fladerne ∞P og $\infty \breve{P} \infty$; vinkel $\infty P : \infty P$ kan saaledes ikke bestemmes nöjere end inden

---

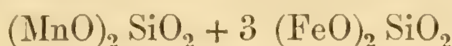
[1]) Det bemærkes, at der i den her omhandlede olivin indgaar en hel del $(MgO)_2\ SiO_2$, som har betydelig större c-axe, end tilfældet er med $(FeO)_2\ SiO_2$.

[2]) Künstliche Krystalle von Mangan-Eisen-Olivin. Zeits. f. Kryst. und Min. Bind 7, aar 1883.

[3]) Analysen reduceret til 100 %, efter at mekanisk iblandet kvarts og jern er fradraget.

et raaderum af 18′, hvoraf sluttes, at bestemmelsen af a-axen ikke kan tillægges stor vægt. — De forskjellige værdier for $2\breve{P}\infty : 2\breve{P}\infty$ derimod differerede ikke mere end 4′ indbyrdes, saa c-axen er temmelig nöjagtig angivet.

Tidligere er omtalt, at FeO og MnO giver olivinen næsten nöjagtig samme a-axe; det skulde derfor formodes, at denne ogsaa blir beholdt uforandret ved blandinger mellem de to nævnte baser. Sikker oplysning herom kan ikke faaes, da LASPEYRES's maaling ikke er tilstrækkelig god; det synes, at de undersögte krystaller maa have havt lidt mindre a-axe, end det skulde ventes —. c-axen for forbindelsen



$$(MnO)_2\,SiO_2 + 3\ (FeO)_2\,SiO_2$$

ligger mellem yderleddenes c, lidt nærmere til MnO-olivinens c end til FeO-olivinens ɔ: blanding-olivinens c er fremgaaet som middel, om end ikke netop som det direkte arithmetiske, mellem de konstituerende bestanddeles c-axer.

		a : b : c
$(FeO)_2\,SiO_2$		0.4596 : 1 : 0.5807
$3\ (FeO)_2\,SiO_2$:	beregnet [1])	0.4597 : 1 : 0.5840
$1\ (MnO)_2\,SiO_2$	fundet	(0.4559?) : 1 : 0.5893
$(MnO)_2\,SiO$		0.4600 : 1 : 0.5937

Tidligere er omtalt, at de i naturen optrædende MgO-oliviner —, som holder en vekslende, altid dog temmelig liden, FeO-gehalt —, bestandig har omtrent nöjagtig samme axeforhold, af hvilken omstændighed sluttes, at smaa mængder FeO-olivin ikke forandrer MgO-olivinens vinkler.

I masovnsslagger danner der sig, som i denne afhandling paavist, altid olivin, naar smeltemassen er tilstrækkelig basisk, og naar der er tilstede tilstrækkelig meget MgO med MnO og FeO i forhold til CaO. Medens de övrige i slagger optrædende mineraler jævnlig viser sig i store, frit udviklede krystaller, der ofte har godt spejlende flader, er det kun yderst sjelden at faa nogenlunde maalbare krystaller af MgO-olivin; store individer optræder neppe nogensinde. — Af denne grund er i den ældre literatur, som er saa overmaade rig paa arbejder

---

[1]) Efter forudsætning af arithmetisk proportionalitet.

over augit, fayalit, o. s. v., kun en eneste gang, saavidt vides, meddelt undersögelse over MgO-olivin i slagger; dette ene arbejde, hvortil her sigtes, er af P. W. von Jeremějew[1]). De af ham undersögte krystaller var tavleformige efter $\infty \bar{P} \infty$ og ellers begrænsede af ∞P og $2\breve{P}\infty$, altsaa udviklede efter den vanlige type; de gav fölgende vinkel-værdier:

Oliviner i slag fra

	Nížnij-Tagíl	Dalsbruk pr. Åbo
$\infty P : \infty P$	= 130° 7′	130° 5′
$2\breve{P}\infty : 2\breve{P}\infty$	= 86° 56′	80° 54′

Disse værdier stemmer paa et par minutter (resp. 4′, 2′—2′ og 0′) med vinklerne paa de af N. v. Kokscharow undersögte oliviner; slag-mineralerne er altsaa i krystallografisk henseende identiske med disse. Heraf sluttes, at de rimeligvis bestaar af ren MgO-olivin, uden spor af CaO-olivin; det erindres, at det nys er paavist, at CaO har en let mærkbar indflydelse paa olivinens vinkler.

I den aller CaO-rigeste olivinslag, som jeg har havt anledning til at undersöge, nemlig en slag fra Tobo pr. Dannemora (analyse no. 40, med surstofforhold 1 : 1.14, med 5.12 O i CaO til 4.88 O i MgO med MnO og FeO) sidder der druser af ganske smaa olivinkrystaller, udviklede efter den vanlige type. Krystallerne er ikke saa gode, at de lader sig maale med absolut sikkerhed; de giver kun værdier, som formodes at være nöjagtige på ca. ¼°. —

De fundne vinkler var:

$$\infty P : \infty P = 130° \; 27'$$
$$2\breve{P}\infty : 2\breve{P}\infty = 81° \; 5'$$
$$2\breve{P}\infty : \infty \bar{P}\infty = (180°—40° \; 33') \text{ og } (180°—40° \; 32').$$

Da disse værdier differerer ganske betydelig (resp. 2° 49½′ og 52′) fra monticellitens vinkler, sluttes med fuld sikkerhed, at de foreliggende krystaller ikke bestaar af 1 del $(MgO)_2 SiO_2$ til 1 del $(CaO)_2 SiO_2$, om end den smeltemasse, hvoraf mineralet har krystalliseret ud, indeholder endnu mere CaO, end det nævnte

[1]) Künstlicher Olivin, Verh. d. k. russ. min. Ges. St. Petersburg, Bind 15, aar 1879; referat i Zeits. f. Kryst. und Min., Bind 4, aar 1880, pag. 638.

forhold angiver[1]). — Paa den anden side synes værdierne heller ikke at svare absolut til MgO-olivinens, idet der er differentser paa resp. 24′ og 9′; dette skulde antyde, at der her i forbindelsen $(RO)_2 SiO_2$ ogsaa indgaar lidt CaO.

Mere material af ren krystallografisk natur staar ikke til min disposition; kalkbasens forhold til $(RO)_2 SiO_2$ kan saaledes nu ikke nöjere detailleres. —

Af de mikroskopiske undersögelser over CaO-rige olivinslagger synes at fremgaa, at der i alle fald undertiden indgaar ikke saa lidet CaO i olivinen; herom udförligere beretning ved en anden anledning.



ZnO-förende olivin. — Det har i længere tid været bekjendt, at der i olivin kan indgaa lidt ZnO; den saakaldte »stirlingit» (fra Stirling Hill, Sussex Co., N. Jersey), som ifölge krystallografiske undersögelser[2]) danner et led i olivinmineralernes række, bestaar saaledes, efter en i RAMMELSBERGS Mineralchemie (aar 1875) meddelt analyse[2]) af

$$3\ (ZnO)_2 SiO_2 \text{ til } 22\ (RO)_2 SiO_2,$$

hvor RO = FeO med en del MnO og MgO. — Ogsaa i slagolivinerne spiller ZnO en vis rolle, som det vil fremgaa af det fölgende.

Ved Muldener og Halzbrückner hytter fr. Freiberg, Sachsen, hvor der fornemmelig forsmeltes stærkt rostede (oxyderede), zinkrige blyertser, falder en slag, som, i henhold til egne og andres undersögelser, altid er gjennemgaaende krystallinsk og förende en vrimmel af store fayalit-krystaller. Af de mangfoldige analyser af disse slagger, som er stærkt basiske, med meget FeO, 10—20 % ZnO, en del CaO, lidt MgO, o. s. v.,

[1]) I mikroskopisk præparat af slaggen sees, at olivin, identisk med den i druserum optrædende, kun udgjör en liden del, efter skjön ca. en tiendedel, af den hele masse. De nys anförte bemærkninger gjælder saaledes udelukkende det först udkrystalliserede olivinmineral — Det resterende formodes at være en kalkholdig olivin, altsaa en slags monticellit (idet angjældende mineral, som udgjör den allerstörste del af præparatet, og som saaledes maa have en sammensætning temmelig nöje svarende til selve slaggens, altsaa til analyse no. 40, synes at være rhombisk og paa enkelte steder sammenvoxet med og gaaende over til olivin, identisk med den krystallografisk undersögte.

[2]) Original-beskrivelsen af »stirlingit» er foretaget af professor W. T. ROEPPER, se Amer. Journ. of Science & Arts (Silliman's Journ.), 2:den serie, bind 50, aar 1870. — Den af RAMMELSBERG meddelte analyse er middel af 5 vel overensstemmende analyser, publicerede ved ROEPPER.

meddeles her for simpelheds skyld kun to, begge tagne af A. STELZNERS arbejde om »Zinkspinell-haltige Fayalitschlacken der Freiberger Hüttenwerke».[1])

Analyse no. 28 er af den ordinære, krystallinske slagmasse, no. 29 derimod af selve fayalit-tavlerne (udplukkede og rensede saa vel, som det makroskopisk lader sig gjöre; analysen udfört af Dr. A. SCHERTEL).

	No. 28.	No. 29.
SiO_2	20.7	28.45
SnO_2	—	0.75
FeO	48.8	41.98
ZnO	14.4	18.55
MnO	1.4	—
MgO	1.2	0.84
CaO	3.9	3.00
Al_2O_3	2.5	1.31
PbO	3.9	2.50
BaO	0.3	1.80
CuO	1.2	0.60
S	4.1	1.70
Afdrag for S	2.0	0.85
Sum	100.4	100.63.

Ved mikroskopisk undersögelse viser disse slagger sig (cfr. bl. a. A. STELZNER'S arbejde) næsten udelukkende at bestaa af fayalit, der kun har et par procents iblanding af magnetit, zink-spinel, sulfid, mekanisk medrevet blysten, spor af glas, o. s. v. For at faa selve fayalitens sammensætning fraregnes de forurenende bestanddele. — Til grundlag for en saadan beregning vælger vi slag no. 29, som, at dömme efter et mikroskopisk præparat, der staar til min disposition, holder ca. 2 % zink-spinel og magnetit (eller FeO. Al_2O_3?) tilsammen og kun spor af glas. Cu, Pb og Ba antages i sin helhed at være i forbindelse med S, dels som mekanisk indblandet sten, dels som sulfid, oplöst i smeltemassen; den resterende del S, nemlig 0.75 %, regnes i forbindelse med lige meget Fe og Zn. — Selve silikatet faar paa denne maade en sammensætning, reduceret til 100 %, af:

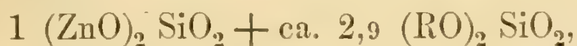
[1]) Neues Jahrb. f. Min., Geol. und Pal. 1882, I, pag. 170.

Analyse no. 29 b.

		Surstofmængderne.	
SiO_2	31.22	16.65	16.89.
SnO_2	0.82	0.24	
FeO	44.44	9.88	15.05.
ZnO	19.29	3.86	
MgO	0.93	0.37	
CaO	3.30	0.94	
Sum	100.00	Surstofforhold 1 : 1.15.	

At surstofforholdet ikke er netop 1 : 1.00 betyder, dels at vi til spinellerne kan have bortregnet vel meget base, og dels at fayaliten er forurenet med lidt glas.

Som det endelige resultatet faaes, at den her omhandlede fayalit bestaar af



$$1\ (ZnO)_2\ SiO_2 + \text{ca. } 2{,}9\ (RO)_2\ SiO_2,$$

hvor RO er FeO med lidt CaO og spor af MgO.

Ren $(ZnO)_2\ SiO_2$ krystalliserer, saavidt hidtil vides, aldrig i det rhombiske system, homöomorf med olivinmineralerne, men derimod i det hexagonale, nemlig som willemit, homöomorf med troostit, phenakit og dioptas(?). Det bemærkes specielt, at willemit med lethed danner sig paa kunstig vej, ved simpel smeltning [1]), saa grunden til, at den samme forbindelse kan optræde i to krystalsystemer, ikke er at söge i forskjellige dannelses-methoder. — I den egentlige willemit indgaar kun spor af $(FeO)_2\ SiO_2$; derimod kan troostit, som kun er at opfatte som en MnO-, FeO- og MgO-holdig willemit, ifölge de i *Rammelsbergs* Mineralchemie (aar 1875) meddelte analyser, före ikke mindre end



$$1\ (RO)_2\ SiO_2 \text{ til } 4\ (ZnO)_2\ SiO_2,$$

hvor RO er dels MnO alene, dels MnO med temmelig meget FeO og MgO.

Vi slutter heraf, at i de smeltemasser, som holder meget $(ZnO)_2\ SiO_2$ i forhold til $(RO)_2\ SiO_2$, er $(ZnO)_2\ SiO_2$ saa stærk, at den kan tvinge den anden forbindelse med sig ind i det

[1]) Willemit blev allerede for mange aar siden fremstillet kunstig af DAUBRÉE og af ST. CLAIRE-DEVILLE; A. STELZNER og H. SCHULZE fandt mineralet, dannet ved sammenstöd af ZnO og SiO_2, i muffler ved zinkovne (se N. Jahrb. f. Min. Geol. & Pal. 1881, I.). Selv har jeg fundet det samme mineral, udviklet i ganske gode krystaller, i slag, fremgaaet ved almindelig smeltning (material til denne undersögelse blev mig velvillig overladt af A. STELZNER).

hexagonale system; er der omvendt lidet $(ZnO)_2 SiO_2$ tilstede, saa maa den fölge med $(RO)_2 SiO_2$ til det rhombiske system.

Grænsen for de blandings-forholde, ved hvilke det sig dannende mineral i det ene tilfælde krystalliserer ud i det hexagonale system, i det andet derimod i det rhombiske, kan endnu ikke drages fuldstændig op; vi vil dog ganske schematisk meddele de vundne resultater:

Ren $(RO)_2 SiO_2$ ... 12 % $(ZnO)_2 SiO_2$: 88 % $(RO)_2 SiO_2$ ... 26 % $(ZnO)_2 SiO_2$: 74 % $(RO)_2 SiO_2$ ...	krystalliserer rhombisk, som olivin.
Ren $(ZnO)_2 SiO_2$ ... 80 % $(ZnO)_2 SiO_2$: 20 % $(RO)_2 SiO_2$ ...	krystalliserer hexagonalt, som willemit.

Anm. Dioptas, som hörer med til willemit-gruppen, kan före en ringe mængde jernoxydul (i alle fald indtil 2 %); af denne grund og i anledning af dioptasens analogi med willemit kan det tænkes, at ogsaa lidt kobberoxyd lejlighedsvis kan indgaa i olivinmineralerne. Dette forhold kan have metallurgisk interesse, og jeg har derfor ikke villet udlade at omtale det.

Paa det nuværende stadium lader det sig ikke gjöre med nöjagtighed at paavise den indflydelse, som ZnO udöver paa olivinernes axeforhold. — Af den saakaldte »stirlingit» gives der, efter W. T. ROEPPER (l. c.), vistnok store krystaller, men endnu ikke har man faaet individer med gode, maalbare flader; heller ikke den ZnO-rige fayalit kan levere fuldt paalidelige maalinger, men jeg vil dog referere de af mig foretagne krystallografiske undersögelser. — Mineralet er altid udviklet i tynde tavler, som ved maaling er fundet at være ǂ $\infty\breve{P}\infty$ [1]); krystallerne er forövrigt begrænsede af ∞P, $2\breve{P}\infty$, $\infty\bar{P}\infty$ og $0P$(?), altsaa dannede efter den ordinære olivin-type. Fölgende vinkler bestemtes (approximativt):

$\infty P : \infty\breve{P}\infty = 64^\circ\,55'$, hvoraf $\infty P : \infty P = 129^\circ\,50'$
$2\breve{P}\infty : \infty\breve{P}\infty = 139^\circ\,38\frac{1}{2}'$ og $139^\circ\,33\frac{1}{2}'$, middel $139^\circ\,36'$, hvoraf
$2\breve{P}\infty : 2\breve{P}\infty = 80^\circ\,48'$.

---

[1]) Dette betones specielt, da krystallernes store tavle staar lodret paa den spidse bissektrix, som hos MgO-olivinen er parallel med brachydiagonalen, medens den hos ZnO-fayaliten maa være parallel med makrodiagonalen.

Om olivinmineralernes makrodomatiske vækstretning. — Paa de $\pm\infty\bar{P}\infty$ udviklede olivintavler sees i regelen eller altid, som for en del tidligere omtalt, enten et sæt diagonal-linjer[1]) eller en gjennemgaaende korsvis stribning, og et ganske analogt forhold möder vi hos de mikroskopiske olivin-krystaller og mikrolither, ja, her er kors-retningerne i alm. endog meget mere udprægede end hos de store, frit udviklede krystaller. Grunden til dette saa gjennemgribende forhold er at söge i, at olivinsubstansen ved mineralets dannelse fortrinsvis voxede frem eller byggede sig op efter visse retninger (se fig. 22—26). — Ved en svite undersögelser, hvoraf de fleste allerede er blevne refererede, har det vist sig 1) at vækstretningerne altid svarer til et makrodoma, 2) at OP halvverer den stumpe vinkel mellem retningerne, og at 3) disse altid danner samme vinkel med hinanden. Heraf sluttes, at vækstretningerne svarer til en bestemt krystallografisk flade, nemlig til et makrodoma, $n\bar{P}\infty$.

I et snit, nogenlunde $\pm\infty\bar{P}\infty$, af fayalitslaggen fra Kloster (aar 1853) er maalt, at de to kors-retninger skal danne vinkel 59°—60° med OP, og heraf er beregnet, at n skal være $\frac{1}{3}$. Herom er at bemærke, at det omhandlede snit ikke er skaaret absolut $\pm\infty\bar{P}\infty$, saa den angivne vinkel er bleven for stor; bestemmelsen af n blir altsaa ikke paalidelig.

For at faa en aldeles sikker maaling udplukkedes nogle tynde, tavleformige fayalit-krystaller fra Freiberg (af den ZnO-rige varietet, hvoraf jeg först fik godt material, efter at den störste del af dette arbejde var færdigt) og lagdes ganske fladt paa præparat-glas. Under mikroskop maaltes fölgende vinkler mellem vækstretningerne og den af spaltbarhederne, som er parallel med de optiske axers plan ɔ: OP: ved 1:ste krystal ... 49°, 48½°, 50°; ved 2:den krystal ... 50½°, 51°; ved 3:die krystal... 50°.

Heraf sluttes, at den tidligere angivne vinkel 59°—60° er for stor, begrundet i, at den er aflæst i skjævt snit.

Ved en del i glas liggende olivinmikrolither maaltes den halve stumpe vinkel mellem opbygnings-retningerne at være: I slag fra Westanfors 1879... 57½°, 51°, 53°, 54½°, 51°, 51½°, — og i slag fra Söderfors 1883... 58½°, 51½°, 55½°, 53½° og 51°. — Af denne serie sluttes, idet det erindres, at de fleste af de maalte snit ikke ligger nöjagtig $\pm\infty\bar{P}\infty$, at vinkelen i virke-

[1]) Hvorved olivinkrystallerne faar udseende som bagsiden af vanlige brev-konvoluter.

ligheden er ca. 51° ɔ: saa stor som i Freiberger-slaggen. — De optiske axers plan ɔ: OP halverer den stumpe vinkel.

I det tidligere citerede arbejde af P. W. von JEREMÉJEW (om kunstig MgO-olivin) er anfört, at der paa fladen $\infty\breve{P}\infty$ optræder to striberetninger, som danner vinkel 76° 50′ med hinanden, altsaa enten 51° 35′ eller 38° 25′ med OP. Hertil svarer en dome-retning $n\bar{P}\infty$, hvor n enten er = 1.0013, ɔ: 1, eller = 0.62991. Da vinkel 51° 35′ med OP for det förste giver en enkel form, og da den dernæst temmelig nöjagtig svarer til de tidligere anförte værdier fra vore slagger, sluttes, at vækstretningen hos olivin baade i foreliggende tilfælde og i sin almindelighed har gaaet for sig efter domet $\bar{P}\infty$. — Hos MgO-olivinen danner dette dome en vinkel paa 51° 33′ med OP, hos FeO-olivin 51° 38½′.

Til stötte for rigtigheden af den nys foretagne bestemmelse kan meddeles, at DONDORFF i »Beitrag zur Kenntniss der Puddelschlacke»[1]), hvor bl. a. leveres en udförlig detailbeskrivelse af de i de FeO-rige smelteprodukter ordinære fayalit-krystallers habitus, angiver, at de korsvise retninger paa $\infty\breve{P}\infty$-tavlerne danner en vinkel paa 76° 46′ med hinanden.

Notitser om olivinmineralernes optiske egenskaber. — Den i MnO- og FeO-fattige masovnsslagger optrædende MgO-olivin er altid ganske farvelös og uden spor af pleochroisme. Olivin, bestaaende af MgO med nogle procent MnO, viser sig heller ikke at have nogen mærkbar farvenuance eller pleochroisme; vi vil specielt betone, at den krystallinske del af en næsten FeO-fri olivinslag med saa meget som 11.16 % MnO er ren lysegraa, uden brun eller grön farvetone, ja, endog de krystallinske kugler i den basiske, FeO-fattige masovnsslag (analyse no. 44) med ikke mindre end 35.65 % MnO er ganske farvelöse. Indeholder olivinslaggerne derimod foruden MnO ogsaa en eller et par procent FeO, saa blir de strax lidt gulfarvede.

Ren FeO-olivin er i gjennemfaldende lys svag gul med lidt brun, men uden mærkbar grön nuance; mineralet viser sig at være lidt pleochroitisk. I krystalsnit, skaarne ≑ $\infty\breve{P}\infty$, er straale, svingende ⊥ OP, lys brungul, med spor af grön

[1]) Se Jahrb. f. Min., Geol. & Pal, aar 1868, pag. 668.

nuance, og straale, svingende ⊥ OP, ganske svag gul. — Næsten aldeles lignende forholde viser den ZnO-rige fayalit fra Freiberg, kun er den endnu svagere farvet end den rene FeO-olivin.

De optiske axers plan hos den i naturen optrædende olivin ligger i basis; det samme finder ogsaa sted hos alle de forskjellige FeO-, FeO & MnO-, FeO & ZnO-oliviner, som jeg har havt anledning til at undersöge, hvoraf sandsynligvis maa kunne sluttes, at det er en almengyldig regel for samtlige olivinmineraler. — Hos MgO-olivin er den spidse bissektrix parallel med brachydiagonalen; det samme synes ogsaa, at dömme efter snit ⊥ ∞P̆∞, at være tilfælde med den rene FeO-olivin, derimod forholder det sig ikke saaledes med den ZnO-förende FeO-olivin fra Freiberg (analyse no. 29 b). Krystaller, tavleformige efter ∞P̆∞, af dette mineral viser nemlig axebillede ved konvergent-polariseret lys og krydsede nikols; af de optiske axers udtræden sluttes, at vinkelen mellem samme er stor (men dog under 90°). — Hos MgO-olivin danner de optiske axer en vinkel paa 87° 46′ med hinanden; indgaar istedenfor MgO en af de andre baser, saa maa det forudsættes, at vinkelen i sin almindelighed vil variere. Da den hos MgO-olivinen kun mangler et par grader paa at være ret, skal der ikke stor forandring til, forinden den spidse bissektrix gaar over fra at være parallel brachydiagonalen til at være parallel makrodiagonalen.

Analyse af *olivin-slagger*.

Masovnsslagger, olivin med MgO som hovedbase.

	No. 30.	No. 31.	No. 32.	No. 33.	No. 34.
SiO_2	48,95	47,00	46,72	47,16	44,40
Al_2O_3	7,75	2,40	4,36	5,83	8,92
CaO	21,55	26,75	19,10	21,79	24,35
MgO	18,18	18,10	18,37	22,18	11,41
MnO	0,91	4,46	11,16	2,14	8,59
FeO	0,77	0,45	0,70	0,77	1,03
K_2O	—	0,62	—	—	—
Na_2O	—	0,41	—	—	—
Sum	98,11	100,20	100,41	99,87	98,70

Surstofmængderne i

	No. 30.		No. 31.		No. 32.		No. 33.		No. 34.	
O i SiO_2	26,10		25,07		24,92		25,15		23,68	
» » Al_2O_3	3,61		1,12		2.03		2,72		4,15	
» » CaO	6,16	13,80	7,64	16,20	5,46	15,47	6,23	15,75	6,96	13,69
» » MgO	7,27		7,23		7,34		8,87		4,56	
» » MnO	0,20		1,01		2,51		0,48		1,94	
» » FeO	0,17		0,10		0,16		0,17		0,23	
» » Alk.	—		0,22		—		—		—	
Surstofforhold [1])	1 : 1,50		1 : 1,45		1 : 1,43		1 : 1,36		1 : 1,33	

	No. 35.	No. 36.	No. 37.	No. 38.	No. 39.
SiO_2	43,78	44,68	43,99	42,83	43,80
Al_2O_3	3,71	3,99	3,91	3,84	5,92
CaO	24,17	27,39	24,06	28,80	27.27
MgO	16,11	17,86	21,76	17,45	20,70
MnO	9,11	5,62	4,90	5,44	2,00
FeO	2,44	0,43	1,30	1,48	0,52
CaS	0,09	—	—	—	0,056
P_2O_5	—	—	—	—	0,013
Sum	99,41	99,97	99,92	99,84	100,28

Surstofmængderne i

	No. 35.		No. 36.		No. 37.		No. 38.		No. 39.	
O i SiO_2	23,35		23,83		23,46		22,84		23,36	
» » Al_2O_3	1,73		1,86		1,82		1,79		2,76	
» » CaO	6,91	15,94	7,83	16,34	6,87	16,96	8,23	16,76	7,79	16,63
» » MgO	6.44		7,14		8,70		6,97		8,27	
» » MnO	2,05		1,27		1,10		1,23		0,45	
» » FeO	0,54		0.10		0,29		0,33		0.12	
Surstofforhold	1 : 1,32		1 : 1,31		1 : 1,25		1 : 1,23		1 : 1,20	

[1]) Al_2O_3 regnet som base.

	Almindelige masovnsslagger.		Titanrige masovns-slagger.		Tephroit-slag.	Slag med lidt olivin, först udkrystalliseret.
	No. 40.	No. 41.	No. 42.	No. 43.	No. 44.	No. 45.
TiO_2	—	—	2,40 *)	8,55	—	—
Va_2O_5	—	—	—	0,25	—	—
SiO_2	41,45	41,20	46,11	40,25	40,91	52,10
Al_2O_3	3,69	4,48	4,80	7,34	7,84	5,74
CaO	31,60	28,79	22,71	12,91	8,43	13,40
MgO	19,96	22,02	19,98	26,90	2,67	23,34
MnO	2,30	2,88	1,34	1,43	35,65	2,76
FeO	0,40	0,47	2,25	2,40	0,50	1,16
K_2O	—	—	—	—	2,80	—
Na_2O	—	—	—	—	0,60	—
BaO	—	—	—	—	1,40	—
Sum	99,40	99,84	99,59	100,03	100,80	98,50

Surstofmængderne i

	No. 40.	No. 41.	No. 42.	No. 43.	No. 44.	No. 45.
O i TiO_2	—	—	0,94	3,34	—	—
» » Va_2O_5	—	—	—	0,11	—	—
» » SiO_2	22,11	21,97	24,59	21,47	21,82	27,78
» » Al_2O_3	1,72	2,09	2,24	3,42	3,65	2,68
» » CaO	9,03	8,23	7,19	3,39	2,41	3,83
» » MgO	7,98 } 17,63	8,80 } 17,78	7,99 } 16,30	10,75 } 15,29	1,07	9,34 } 14,04
» » MnO	0,52	0,65	0,32	0,32	8,03 } 12,40	0,61
» » FeO	0,10	0,10	0,50	0,53	0,11	0,26
» » alk&BaO	—	—	—	—	0,78	—
Surstofforh.	1 : 1,14	1 : 1,11	—	—	1 : 1,36	1 : 1,55

Analyse af *fayalit-slagger.*

	No. 46.	No. 47.	No. 48 (?).	No. 49.	No. 50.
SiO_2	24,40	26,40	50,56	33,39	37,3
Al_2O_3	4,90	7,50	13,35	7,89	4,6
CaO	0,53	1,50	7,03	7,09	0,4
MgO	spor	—	4,78	2,35	1,4
MnO	0,13	—	0,78 [4])	1,14 [6])	0,3
FeO	66,94	62,55	20,64	44,58	54,1
alk	— [1])	— [3])	— [5])	— [7])	—
Sum	99,78	100,57	97,43	97,06	98,1

Surstofmængderne i

	No. 46.		No. 47.		No. 48(?)		No. 49.		No. 50.	
O i SiO_2	12,67		13,70		26,97		16,15		19,9	
» » Al_2O_3	2,29		3,56		6,22		3,68		2,1	
» » CaO	0,15		0,43		2,01		2,02		0,1	
» » MgO	spor		0,14	14,45	1,91		0,94		0,6	12,8
» » MnO	0,03	15,40	—		0,17	9,68	0,25	13,72	0,1	
» » FeO	14,86		13,88		4,59		9,91		12,0	
» » alk.	[2]) 0,36		—		ca. 1,00		ca. 0,60		—	
Surstofforhold	1 : 0,72		1 : 0,76		1 : 1,69		1 : 0,93		1 : 1,34	

Fayalit-analyser, tagne af literaturen.

	No. 51.	No. 52.	No. 53.	No. 54.	No. 55.	No. 56.
SiO_2	31,16	32,96	32,35	30,93	32,4	29,60
Al_2O_3	—	1,56	1,02	—	2,0	1,28
CaO	—	—	—	—	0,9	0,47
MgO	0,65	1,89	1,40	—	1,0	0,35
MnO	—	1,30	2,65	—	2,4	1,13
FeO	67,24	61,24 [8])	62,04 [9])	69,07	60,2	64,61
Sum	99,05	99,16	99,77	100,00	98,9	98,82

Analyse af *olivin-slagger*, som i chemisk henseende ligger ved grænsen mod de andre slag-grupper.

	No. 57.	No. 58.	No. 59.	No. 60.
SiO_2	48,50	42,90	36,86	36,5
Al_2O_3	3,40	9,97	9,85	3,5
CaO	20,14	26,35	29,45	31,4
MgO	23,79	12,26	20,24	10,0
MnO	0,85	7,32	0,43	14,5
FeO	2,60	0,77	0,49	0,5
K_2O	—	—	0,20	—
Na_2O	—	—	0,72	—
CaS	—	—	1,32	3,1
Sum	99,28	99,57	99,56	98,5

Surstofmængderne i

	No. 57.		No. 58.		No. 59.		No. 60.	
O i SiO_2	25,87		22,58		19,66		19,5	
» » Al_2O_3	1,58		4,64		4,59		1,6	
» » CaO	5,75	16,03	7,53	14,25	8,42	16,93	9,0	16,4
» » MgO	9,51		4,90		8,09		4,0	
» » MnO	0,19		1,65		0,09		3,3	
» » FeO	0,58		0,17		0,11		0,1	
» » alk	—		—		0,22		—	
Surstofforhold	1 : 1,47		1 : 1,21		1 : 0,91		1 : 1,08	

Til sammenligning meddeles ogsaa de rene olivinmineralers chemiske sammensætning.

	MgO-olivin.	FeO-olivin.	MnO-olivin.	CaO-olivin.
SiO_2	42,86	29,41	29,70	34,88
RO	57,14	70,59	70,30	65,12
Sum	100,00	100,00	100,00	100,00

Olivin-slagger[1].

Af masovnsslaggerne er no. 32, 41, 43 og 44 omtalte i hovedtexten (pag. 45—60); no. 40 er omtalt i tillægget (pag. 72).

No. 30. Fra *Hammarby, 1879* (analyseret af C. G. SÄRNSTRÖM). Lyst blaagrönt glas med en del krystaludsondringer; mikroskopisk præparat af glasset viser typiske olivinmikrolither (som paa fig. 26).

No. 31 og no. 32. Fra *Westanfors*, no. 31 fra $^{16}/_{9}$ 1874 (analyseret af Dr. A. TAMM), no. 32 fra 1879 (C. G. DAHLERUS). No. 31 er lysegraa med svagt grönt skjær, krystallinsk, altid med smaa individer; i druserum sees smaa olivinkrystaller af den vanlige typus. — No. 32 er mikroskopisk undersögt, viser olivin (se tidligere beskrivelse).

[1]) De hidhörende analyser er samtlige udförte paa Stockholms Bergskola.

No. 33. Fra *Nykroppa, 1879* (C. G. DAHLERUS). Finkrystallinsk, med smaa olivinkrystaller.

No. 34. Fra *Vordernhyttan, Steyermark, 1884* (C. G. SÄRNSTRÖM). Lysegrönt glas med masser af olivinmikrolither.

No. 35. Fra *Flicken, febr. 1877* (C. SANDAHL). Lys blaagrönt glas, med olivinmikrolither og næsten færdige olivinkrystaller, liggende i glasbasis; mikroskopisk undersögt.

No. 36. Fra *Söderfors* övningsmasovn, *1877* (middel af to gode analyser, udförte af R. BERGVALL). Finkrystallinsk, med smaa olivinkrystaller. Tilsvarende slag, fra aar 1883, er mikroskopisk undersögt.

No. 37. Fra *Tobo, 1864* (G. BERGH, *1865*). Med smaa olivinkrystaller, udseende som de andre slagger fra Tobo (no. 40 og 41).

No. 38. Fra *Söderfors* övningsmasovn, *1877* (middel af to gode analyser, udförte af PH. W. MOEN). Aldeles som no. 35.

No. 39. Fra *Carlsdal, 1862.* (I. F. LUNDBERG, *1862*). Finkrystallinsk, med olivinslaggernes typus, i druserum sidder tvivlsomme olivinkrystaller.

No. 40 og 41. Fra *Tobo*, no. 40 fra aar *1865* (K. R. WINQVIST). Om no. 41 se tidligere (pag. 54); den lysegraa del bestaar af olivinkrystaller med kun meget lidet glas; den lysegrönne del bestaar kun for halvparten eller tredieparten af olivinkrystaller; resten er glas med tynde tavler, efter udseende og udslukningsforholdene melilith. — Slag no. 40 holder de paa pag. 72 omhandlede olivinkrystaller; hovedmassen i præparatet udgjöres antagelig af CaO-rig olivin.

No. 42. Fra *Bollsta* masovn, *1872*, da der smeltedes Ulsömalm (analyseret af O. MAGNI; *) TiO_2-gehalten er middel af 3 analyser, visende 2.18, 2.31 og 2.71 % TiO_2, udförte af resp. O. MAGNI, J. A. LINDGREN og A. ISÆUS). — Slaggen har graa, krystallinsk kjærne, hvori sidder smaa olivinkrystaller af den vanlige type, med mörkegraat overfladeglas.

No. 43. Fra *Lindefors* masovn, *Smaaland*, 1867, ved smeltning af Tabergs titanrige jernmalm. Se tidligere beskrivelse (fig. 25).

No. 44. Fra *Sunnemo, Wermland*, (analyseret af AXEL PIHLGREN). Se tidligere beskrivelse.

No. 45. Fra *Svartnæs, 1867* (C. G. SÄRNSTRÖM). Indeholder ca. 10 % olivin, ofte i gode krystaller, som er den i massen först dannede bestanddel; resten er glas og et mineral, som ikke er bestemt med sikkerhed, er rimeligvis augit eller enstatit.

Fayalit-slagger.

No. 46 og 47. Raastensslagger fra *Fahlun kobberværk*, förende store fayalit-tavler (analyserede af resp. H. LUNDBORG og B. LITTORIN). Se tidligere beskrivelse.

[1]) samt 0,88 % CuO, 0,90 % ZnO og 0,10 % CoO, metallerne delvis i forbindelse med S.

[2]) O i de samme oxyder er tillsammen 0,36.

[3]) samt 0,60 % Cu, 1,66 % S.

No. 48. Raastensslag (stivslag) fra *Kongsberg sölvværk, 1880.* (I. H. L. VOGT). Se tidligere beskrivelse, förer sandsynligvis fayalit.

[4]) med lidt NiO og ZnO.

[5]) samt 0,29 % Cu_2O, 0,004 % Ag, begge metaller som mekanisk indblandet sten, og ca. 2 % K_2O og Na_2O.

No. 49. Raastens-rösteslag (tyndslag) fra *Kongsberg sölvværk. 1880.* (I. H. L. VOGT). Se tidligere beskrivelse.

[6]) med lidt NiO og ZnO.

[7]) samt 0,57 % Cu_2O, 0,05 % Ag, begge metaller som mekanisk indblandet sten, og ca. 2 % K_2O og Na_2O.

No. 50. Fra *Långbanshyttan. 1849.* (A. J. WATHÉN. *1850*). Bestaar af fayalit, i de ordinære, tavleformige krystaller, med flader $\infty \breve{P} \infty$, $2\breve{P} \infty$ og ∞P.

No. 51—56 er tagne af den ældre literatur; flere fayalit-analyser medtages ikke, da de i alm. er meget enformige. — No. 51. Ferskslag, efter MITSCHERLICH. No. 52. Ferskslag, fra Dax i Pyrenæerne, efter WALCHNER. [8]) indeholder desuden 0.20 % K_2O. No. 53. Ferskslag, fra Badenhausen, efter WALCHNER. [9]) indeholder desuden 0.29 % K_2O. No. 54. Sortkobberslag fra Fahlun, efter MITSCHERLICH. No. 55. Friskslag, fra

Silbernaaler friskhytte pr. Clausthal, efter METZGER.
No. 56. Engelsk puddelslag, efter PERCY og MILLER.

Olivin-slagger, liggende paa grænsen mod de andre slag-grupper.

No. 57. Fra *Carlsdal, 1871* (analyseret af C. A. THORILD). Finkrystallinsk masse, hvori makroskopisk sees nogle daarlige olivintavler; under mikroskopet viser det sig, at olivin, udgjörende ca. 25 % af den hele masse, er det mineral, som först har dannet sig; resten er rimeligvis augit.

No. 58 Fra *Vordernhyttan, Steyermark, 1884* (C. G. SÄRNSTRÖM. 1884, cfr. no. 34). — Slaggen er finkrystallinsk, lysegul, viser under mikroskopet halvveis opbyggede olivinkrystaller.

No. 59. Fra *Bethlehem, Pennsylvanien*, 1876 (W. HESSLIN). — Slaggen er graa, meget finkrystallinsk, viser under mikroskopet store, næsten færdig opbyggede olivinkrystaller (udgjörende ca. 40 % af den hele masse) samt spinel og regulære mikrolither af CaS (om de to sidste se senere); desuden er der en hel del glas tilstede.

No. 60. Fra *Schisshyttan, Dalarne, 1869*, ved blæsning af speiljern (J. W. SEVERT). — Bestaar i alm. fornemmelig af en CaO- MnO- MgO-olivin, indeholder desuden et sted en hel del melilith; nöjere beskrivelse findes under afsnittet om mililith-slsgger.

Hexagonalt kalksilikat.

Literatur:

KOCH. Beiträge zur Kenntniss krystallinischer Hüttenproducte. Göttingen, 1822, pag. 40—81.

I. FR. L. HAUSMANN. Beiträge zur Kenntniss der Eisenhohofen-Schlacken (»Kieselschmelz», pag. 323—337). Studien des Göttingischen Vereins Bergmännischer Freunde, 6:ten Bandes 3:tes Heft. 1854.

Dr. C. SCHNABEL. Untersuchung einer krystallisirten Schlacke von der Sayner Hütte. Pogg. Ann. Band 84, aar 1851, pag. 158.

Efter at størsteparten af det her foreliggende arbejde var skrevet færdig og indleveret til trykning, har jeg havt anledning til at studere et mere fuldstændigt material end det, som oprindelig stod til min disposition. Under disse fortsatte undersögelser har det bl. a. vist sig, at et hexagonalt kalksilikat, som ikke svarer til noget af de i naturen hidtil kjendte mineraler, spiller en principiel rolle i de kalkrige slagger af surhedsgrad mellem ca. 1 : 1.50 og ca. 1 : 2.00.

Frist udviklede krystaller af det her omhandlede mineral viser sig begrænset af ∞ P. OP; andre flader har jeg ikke seet[1]. Krystallerne er oftest kort söjleformige, undertiden endog rent tavleformige; lang söjleformige krystaller har jeg kun truffet i et par stuffer. — Lejlighedsvis kan krystallerne antage ganske betydelige dimensioner; i Berliner Bergakademies samlinger findes saaledes (under etikette »kalk-nefelin?») hexagonale krystaller af 1.5—2 cm's længde og 1—1.5 cm's bredde; det ordinære er, at krystallerne er ca. 0.5 cm. lange eller brede. — Det fremgaar heraf, at det foreliggende mineral ikke kun viser sig i mikroskopiske krystaller.

I snit ∓ OP af krystaller fra forskjellige lokaliteter (f. ex. Sayner Hütte ved Rhinen, Edsken, Söderfors og Forsbacka i Sverige) er det med fuld sikkerhed bleven afgjort, at mineralet er *optisk enaxigt* (idet man ved konvergent-polariseret lys og krydsede nikols faar kors under fuld omdrejning); da mineralet altid, saavel i de frit udviklede krystaller som inde i slagmasserne, viser sekssidig begrænsning eller opbygning, sluttes, at mineralet er hexagonalt, ikke kvadratisk. I snit ∓ OP sees endvidere, at mineralet er *optisk positivt*. — Dobbeltbrydningen er i alle fald saa stor, at man i mikroskopiske præparater af ordinær tykkelse i konvergent-polariseret lys ved snit ∓ OP kan afgjöre ved brugen af ¼ bölgelængdes glimmerblad, om mineralet er optisk positivt eller negativt.

For at det kan være indlysende, at det her omhandlede mineral ikke maa opfattes som en ren undtagelsesvis, ganske »tilfældig» dannelse, men derimod som et i de kalkrige slagger af den tidligere nævnte surhedsgrad jævnlig eller altid optrædende mineral, skal her opregnes de slagger, hvor jeg har havt anledning til at iagttage hexagonale krystaller.

---

[1]) Koch anförer paa sin hexagonale »Kieselschmelz» lejlighedsvis at have fundet en pyramide, som med söjlefladen danner en vinkel paa 103° 16′.

Svenske slagger[1]). Fra Edsken (analyse no. 63), Söderfors, 1880 (analyse no. 62) og Forsbacka, dec. 1871 (analyse no. 61). I alle tre slagger sees makroskopiske krystaller, som vistnok er meget daarlige; mikroskopiske præparater godtgjör, at det optrædende mineral er hexagonalt og identisk med det i de övrige slagger.

Tyske slagger. Fra Sayner Hütte pr. Rhin, aar ca. 1850 (Dr. C. SCHNABELS original-material[2]), analyse no. 64, a & b). Borbeck i Westphalen, aar 1853 (analyse no. 65, paafæstet etikette i Freiberger Bergakademies samlinger). Videre i samme samling: flere slagger med store, hexagonale tavler, fra Ilsenburg, 1849, og flere fra Sayner Hütte ved Bernsdorf og Mühlhofen ved Sayn. — I Clausthaler Bergakademies metallurgiske samlinger: fra Rothe Hütte, Lerbacher Hütte og flere andre paa Harz; i Berliner Bergsakademies samlinger: adskillige stykker fra »Mühlhofen ved Sayn» og fra »Sayner Hütte», flere fra Königshütte, Schlesien.

Endvidere findes i den rent praktisk-metallurgiske literatur hist og her anfört chemiske analyser af slagger, som opgives at krystallisere i hexagonale söjler eller tavler; da analyserne fuldstændig stemmer overens med de övrige her meddelte, hvor jeg selv har kunnet undersöge materialet, kan de her uden videre medtages. — I RAMMELSBERGS Chemische Metallurgie omtales slag i sekssidige tavler, fra Charleroy», analyseret af BERTHIER (analyse no. 67); KERPELY beskriver i Berg- und Hüttenm. Zeit., aar 1864, pag. 146 slag med smaa druser af fuldkommen udviklede rhomboedriske krystaller», fra Anina i Banatet (Sp. v. 2.919, 2.920, analyse no. 66).

Allerede i et af de ældste arbejder, som overhovedet findes, over krystalliserede hytteprodukter, nemlig KOCHS (i aaret 1822) omhandles slagger, der förer hexagonale söjler og tavler. For dette mineral indförte KOCH benævnelsen »*Kieselschmelz*», hvilket navn han forövrigt ogsaa anvendte for at betegne kunstig augit eller diopsid; paa grund af denne konfusion medtages ingen af KOCHS analyser her. — I. FR. L. HAUSMANN foreslog (i 1854, se lit.) at beholde navnet »Kieselschmelz» for det hexagonale mineral alene. De analyser, som H. meddeler for de

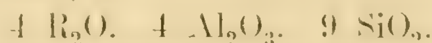
[1]) Hvilke som bekjendt i regelen udmærker sig ved relativt liden kalkgehalt, derimod stor MgO-gehalt.

[2]) Dette opbevares i Freiberger Bergakademies samlinger; gjennem director RICHTER har jeg heraf faaet material til optisk undersögelse.

hexagonale krystaller, udplukkede og rensede saa nöjagtig, som det makroskopisk lod sig gjöre, stemmer temmelig nöje med de, som her er anförte for det af mig selv undersögte hexagonale mineral; vi slutter heraf, at KOCHS og HAUSMANNS »Kieselschmelz»[1]) er identisk med vort her omhandlede kalksilikat.

I den nys citerede literatur findes angivet, at hexagonale slag-krystaller optræder temmelig almindelig, noget, som ogsaa fremgaar af mine egne undersögelser. Det er derfor paafaldende, at mineralet i de senere aar neppe en eneste gang har været paaagtet eller omtalt i literaturen (ikke engang i C. W. C. FUCHS's og F. FOUQUÉ ET M. LÉVY's oversigtsarbejder). Grunden hertil maa være at söge i, at i udlandet (Tyskland, England, Frankrige m. m.) holder man i almindelighed nu med flid masovnsslaggerne saa basiske og kalkrige som mulig, saa der istedenfor det hexagonale kalksilikat krystalliserer ud melilith (se oversigtstabellen); som tidligere omtalt, er de svenske slagger i regelen relativt CaO-fattige og MgO-rige, saa der i almindelighed danner sig pyroxen eller olivin. I de tre svenske slagger, hvori er fundet vort hexagonale kalksilikat, er MgO-gehalten forholdsvis betydelig, noget, som muligens er grunden til, at slaggerne ikke förer store krystaller.

Tidligere er omtalt, at de övrige i silikat-slaggerne optrædende mineraler samtlige svarer til forbindelser, som ogsaa findes i naturen, tilmed til saadanne, som hörer med blandt de mest almindelige, bergartdannende mineraler. Man skulde derfor paa forhaand vente, at ogsaa vort hexagonale kalksilikat skulde være identisk med et fra naturen tidligere kjendt mineral, men saa er dog ikke tilfælde. — Man vil muligens forestille sig, at vi egentlig her har at gjöre med en slags nefelin; paa grund af slaggernes chemiske sammensætning maatte denne i tilfælde have kalk som karakteriserende base (istedenfor natron), altsaa være en kalk-nefelin[2]). — Ordinær nefelin bestaar, ifölge den af RAUFF (se Zeits. f. Kryst. II, 1878, pag. 345) opstillede formel, af



$$4\ R_2O.\ 4\ Al_2O_3.\ 9\ SiO_2.$$

[1]) I Berliner Bergakademies samling har jeg seet et par slagger fra Sayner Hütte (eller »Mühlhofen bei Sayn»), med HAUSMANNS egen haandskrift mærket »Kieselschmelz»; disse krystaller havde udseende aldeles som f. ex. de af Dr. SCHNABEL undersögte (analyse no. 64, a & b) og slag fra Borbeck (analyse no 65).

[2]) I den ordinære nephelin indgaar der gjerne indtil et par procent CaO; heraf kan vistnok ikke sluttes, at ren kalk-nephelin skal kunne existere.

Eventuel kalk-nefelin maa efter dette karakteriseres ved



$$4\ CaO.\ 4\ Al_2O_3.\ 9\ SiO_2$$

ɔ: 45.06 % SiO_2, 35.04 % Al_2O_3 og 19.90 % CaO.

Ved sammenligning med vore analyser sees, at disse afviger i ganske principiel grad fra den her anförte sammensætning. 1) Nefelinerne har efter RAUFF surstofforhold 1 : 1.125 (efter RAMMELSBERGS 1 : 1.167 og efter den tidligere formel 1 : 1.00), medens vore hexagonal-slagger har surstofforhold resp. 1 : 1.426, 1.441, 1.53, 1.53, 1.58, 1.64, 1.68 og 1.73, hvortil kommer HAUSMANN's »Kieselschmelz» med resp. 1 : 1.92, 1.96, 1.97, 2.19 (og 2.67?). 2) Eventuel kalk-nefelin skulde holde 35.04 % Al_2O_3, medens vore slagger gjennemgaaende kun fører temmelig liden Al_2O_3-gehalt, nemlig resp. 14.78, 12.25, 13.0 — 8.41, 7.93, — 5.37, 4.47 og 3.83, samt »Kieselschmelz» med resp. 15.43, 15.28, 11.52, 9.40 og 5.51 % Al_2O_3. — Som senere skal omtales, indgaar i vort mineral antagelig ikke engang spor af Al_2O_3 [1]).

Som en videre forskjel kan anföres, at vort mineral er optisk positivt, nefelin derimod optisk negativ.[2])

Paa det nuværende stadium lader det sig ikke gjöre med absolut sikkerhed at opstille chemisk formel for vort kalksilikat, idet nemlig de analyser, som foreligger, dels kun viser det raaderum, hvori mineralet krystalliserer ud (efr. oversigtstabellen), og dels repræsenterer krystallerne med forurening af den ordinære slagmasse. — For nöjere at klargöre forholdet vil vi tænke os, at f. ex. augitens chemiske sammensætning ikke var kjendt fra mineralogien; skulde dens formel da udledes af vore slag-

[1]) HAUSMANN holdt sin »Kieselschmelz» for at være en kalk-beryl (altsaa beryl, hvor CaO erstatter BeO); men dette synes mig af flere grunde ikke at kunne være tilfælde. 1) Den naturlige beryl holder aldrig meget CaO, saa det er höjst usikkert, om overhovedet kalkberyl kan existere. 2) Dette mineral maatte i tilfælde bestaa af: 57.04 % SiO_2, 16.32 % Al_2O_3 og 26.64 % CaO, hvilken sammensætning i væsentlig grad afviger fra vore slag-analyser; navnlig er Al_2O_3-gehalten altfor höj. 3) Beryl er optisk negativ, vort kalksilikat derimod optisk positivt.

[2]) I petrografiske beskrivelser har man jævnlig, i alle fald tidligere, opfört omtrent uden nöjere undersögelse alle kort- söjleformige, hexagonale mineraler som nefelin; endog melilith i mange basalter har i alle tider maatte passere som nefelin. Der kunde være grund til at undersöge, om ikke noget af det, som tidligere er bleven holdt for nefelin, i virkeligheden skulde være vort hexagonale kalksilikat. Det bekvemmeste kjendemærke mellem de to mineraler er, at nefelin er optisk negativ, det andet derimod optisk positivt.

analyser, saa maatte vi först og fremst stille os for öje, at vi har augit paa alle mulige mellemstadier mellem surstofforhold 1 : ca. 2.50 og 1 : ca. 1.50. Heraf kan, som nöjere studium af tabellen viser, aflæses det resultat, at augiten maa have et midlere surstofforhold mellem de to yderled, men at det skal være nöjagtig 1 : 2.00, kan ikke sluttes. — Som senere skal omtales, kunde vi finde en ledetraad til lösningen ved det faktum, at i de af vore augit-slagger, som har surstofforhold temmelig nær 1 : 2.00, er den hele masse gaaet over til udkrystalliseret mineral.

Vi skal forsöge, saa vidt det lader sig gjöre, at drage op grænserne for den kiselsyre-mængde, som indgaar i vort hexagonale mineral. — Af oversigtstabellen sees, at i de kalkrige, lerjordsholdige smeltemasser krystalliserer i alm. melilith ud, naar surstofforholdet er under 1 : ca 1.40, derimod det hexagonale mineral ud, naar forholdet er over 1 : ca. 1.40; vi har nemlig paa den ene side melilith-slagger med surstofforhold 1 : 1.43; 1,424 og 1.32, paa den anden side hexagonal-slagger med surstofforhold 1 : 1.53, 1.53, 1.441, 1.426[1]). — Af denne omstændighed udledes som resultat — hvis berettigelse senere nöjere skal udvikles —, at vort mineral maa indeholde mere SiO_2, end surstofforhold 1 : 1.40 angiver, og endvidere, at det sandsynligvis ogsaa maa holde mere end 1 : 1.50; thi i modsat fald maatte det ventes, at det hexagonale mineral skulde krystallisere ud i saa basiske smeltemasser som ved surstofforhold 1 : 1.25 eller 1 : 1.30, men saa er ikke tilfælde.

I de stærkt kalkrige smeltemasser af sammensætning bisilikat eller noget derover synes det, at dömme efter det vistnok temmelig ringe material, som har staaet til min disposition, at den forbindelse, som danner sig, altid er identisk med naturens wollastonit. De hidhörende slagger karakteriseres makroskopisk ved grupper af lange blade, hvoraf jævnlig flere nærliggende er indbyrdes nogenlunde parallelt orienterede. Efter HAUSMANNS beskrivelse[2]) er det sandsynligt, at de af ham saakaldte »chytophyllit» - og »chytostilbit»-slagger, som i alm. udmærker sig ved stor CaO-gehalt, i alle fald undertiden har be-

---

[1]) Heraf maa ikke sluttes, at grænsen skal være netop ved 1.425—1.435; idet for det förste krystallisations-loven, som efter sit væsen principielt afhænger af smeltemassernes chemiske sammensætning, inden visse grænser maa kunne modificieres af de fysiske forholde, se herom senere, — og idet for det andet selve de chemiske analyser ikke kan forudsættes at være absolut nöjagtige.

[2]) Beiträge zur Kenntniss krystallinischer Hüttenproducte. Studien des Göttingischen Vereins Bergmännischer Freunde. 7:te Band. 1856.

staaet af wollastonit. Det anföres paa flere steder af HAUSMANN, at hans Kieselschmelz» sidder inde i bladige masser (hans chyto-phyllit eller -stilbit), altsaa i formodet wollastonit, — en iagttagelse, som jeg ogsaa selv gjentagne gange har havt anledning til at foretage. Heraf fölger, at det neppe eller sandsynligvis absolut ikke lader sig gjöre at opdrage skarpe grænser mellem de tkiselsyreforhold, hvorunder wollastonit danner sig, og det, hvorunder det udkrystalliserende mineral antager det hexagonale kalksilikats natur. — Det synes dog, at vi, paa basis af de hidtil foretagne undersögelser, kan opstille med approximativ sikkerhed den regel, at i kalkrige slagger surere end 1 : ca. 2.10 danner kun wollastonit sig, og at i de, som er mere basiske end 1 : ca. 1.80, danner kun det hexagonale silikat sig, medens begge mineraler kan krystallisere ud i fællesskab ved de mellemliggende surstofforhold. Heraf skulde som det sandsynlige resultat fremgaa, at det hexagonale mineral har surstofforhold 1 : ca. 1.67 eller 1 : ca. 1.75. — Denne opfatning bestyrkes desuden af det faktum, at i den af vore slagger, som har surstofforhold 1 : 1.73 — og som desuden kun holder 3.83 % Al_2O_3 — er paa enkelte steder næsten den hele masse krystalliseret ud til det hexagonale mineral, medens de mere basiske slagger samtlige holder temmelig meget glas.

Da lerjords-gehalten i de her omhandlede slagger i det hele og store er temmelig ringe och desuden stærkt varierende, nemlig mellem 15.43 og 3.83 %, er det ikke sandsynligt, at lerjord indgaar i det udkrystalliserede mineral som karakteriserende bestanddel. Særlig betones, at i slag med kun 3.83 % Al_2O_3 er paa enkelte steder næsten den hele masse gaaet over til mineral.

Af oversigtstabellen sees det, at i smeltemasser af den her omhandlede surhedsgrad danner det hexagonale mineral sig, naar CaO er tilstede i aldeles overvejende masse, medens der derimod ved relativt voxende MgO-gehalt krystalliserer ud augit (i de CaO-rigeste smeltemasser undertiden eller altid i fællesskab med et lyst, stængligt mineral, som endnu ikke er bleven bestemt med sikkerhed).

De relativt CaO-fattigste af vore hexagonal-slagger holder:

Analyse	no.	63.	37.76 %	CaO	mod	7.78 %	MgO,	0.37 %	MnO	og	0.72 %	FeO.
»	»	62.	39.39 »	»	»	6.22 »	» ,	1.53 »	»	»	0.64 »	»
»	»	68.	29.30 »	»	»	1.15 »	» ,	0.0 »	»	»	6.58 »	»
»	»	61.[1]	38.10 »	»	»	6.82 »	» ,	0.18 »	»	»	0.17 »	»

[1]) I denne slag optræder et par procent augit, som er krystalliseret tidligere ud end det hexagonale mineral; da den kun er tilstede i meget ringe mængde, modificieres derved den chemiske sammensætning af det resterende (»moderluden») ikke i mærkbar grad.

Paa den anden side holder de CaO-rigeste slagger, hvori ikke det hexagonale mineral, men derimod augit (alene eller med det endnu ikke bestemte stænglige mineral) har dannet sig, fölgende forhold mellem CaO og MgO med MnO og FeO:

Analyse	no.	[1]).	32.30 %	CaO	mod	5.34 %	MgO,	2.51 %	MnO	og	0.79 %	FeO.
»	»	[1]).	30.71 »	»	»	8.47 »	» ,	5.67 »	»	»	0.54 »	»
»	»	[1]).	32.26 »	»	»	8.65 »	» ,	5.06 »	»	»	0.38 »	»
»	»	82.	37.52 »	»	»	8.73 »	» ,	1.75 »	»	»	0.50 »	»
»	»	[1]).	27.60 »	»	»	7.01 »	» ,	3.16 »	»	»	1.27 »	»
»	»	[1]).	30.71 »	»	»	9.50 »	» ,	1.11 »	»	»	0.95 »	»
»	»	[1]).	29,48 »	»	»	9.82 »	» ,	1.30 »	»	»	1.48 »	»
»	»	9.	28.26 »	»	»	8.70 »	» ,	1.95 »	»	»	2.29 »	»

For oversigtens skyld reducerer vi til chemisk valens; vore MgO-rigeste hexagonal-slagger holder, naar vi med RO betegner MgO med noget MnO og FeO:

1 RO til 3.19, 3.79, 4.36 og 3.88[2]) MgO,

medens paa den anden side de MgO-rigere slagger, som ikke förer det hexagonale mineral, holder:

1 RO til 3.22, 1.84, 1.97, 2.73, 2.08, 2.03, 1.86 og 1.82.

Af disse to rækker fremgaar, at der ikke er absolut skarp grænse mellem de MgO : RO-forhold, hvorved det hexagonale mineral krystalliserer ud, og de, hvorved der danner sig andre forbindelser[3]). — Som det sandsynlige resultat udledes, at i smeltemasser, af surhedsgrad liggende mellem ca. 1 : 1.50 og ca. 1 : 2.00, danner det hexagonale mineral sig altid, naar der er mere CaO tilstede, end CaO : RO = ca. 3.7—3.9 angiver, — medens augit (?med et endnu ikke bestemt mineral?) altid danner sig, naar der er mindre CaO tilstede, end CaO : RO = ca. 3.0—3.1; i det mellemliggende rum synes begge mineraler at kunne danne sig.

---

[1]) Se tillægget om augit.

[2]) Se anm. forrige side.

[3]) De analyser, som har givet de to grænseværdier, er udförte af C. G. SÄRNSTRÖM og C. G. DAHLERUS, begge to analytikere af specialitet. — For at faa oversigt over den indflydelse, en liden fejl eller unöjagtighed i bestemmelsen af de forskjellige bestanddele kan udöve paa forholdet MgO : RO, vil vi stille op mod hinanden fölgende talserier, som ikke afviger mere fra hinanden, end vanligt er ved ikke særdeles samvittighedsfuldt udförte analyser af samme material:

32.30 %	CaO	mod	5.34 %	MgO,	2.51 %	MnO	og	0.79 %	FeO.
32.50 »	»	»	5.20 »	»	2.35 »	»	»	0.62 »	»

Den först serie giver MgO : RO = 3.22, den anden 3.39 ɔ: i almindelighed kan ikke paaregnes, at vore analyser giver större nöjagtighed for dette forholds vedkommende end om ca. ± 0.10 til ± 0.15.

Det er en selvfölge, at mineraldannelsen ogsaa i dette felt maa gaa for sig efter en bestemt lov eller et bestemt princip. De sekundært virkende omstændigheder, som er grunden til, at den chemiske grænse mellem det hexagonale mineral paa den ene side og augit (med det endnu ikke bestemte?) paa den anden ikke betegnes ved en aldeles urokkeligt MgO : RO-kvotient, kan tænkes at være beroende paa fölgende, dels fysiske og dels chemiske, forholde: 1) Tilstedeværelse af en större eller mindre Al_2O_3-gehalt. Som senere skal omtales, modarbejder Al_2O_3 augitmineralernes dannelse; hvorledes den stiller sig ligeover for det hexagonale mineral, vides ikke med sikkerhed, kun kan af analyserne aflæses, af den nævnte forbindelse jævnlig, ɔ: med lethed, krystalliserer ud i smeltemassen med 12—15 % Al_2O_3 — en omstændighed, som tyder paa, at Al_2O_3 ikke lægger nogen væsentlig hindring ivejen for mineralets dannelse. Heraf udledes som det ikke usandsynlige resultat, at i smeltemasser, som ligger paa grænsen mellem det hexagonale mineral og augit (med det andet, endnu ikke bestemte?), vil en stor Al_2O_3-gehalt hindre augitmolekylerne i at konstituere sig ɔ: her vil det hexagonale mineral komme til at krystallisere ud, hvis de övrige betingelser er forhaanden. — 2) Indbyrdes variation mellem MgO, MnO og FeO. Detailleret udredning af virkningen af disse baser, hver for sig eller i hvilketsomhelst indbyrdes forhold til hinanden, i den her omhandlede henseende kan ikke leveres, da det ikke vides, hvorledes det hexagonale kalksilikat stiller sig ligeover for hver enkelt af MgO, MnO og FeO. — 3) Större eller mindre surstofforhold (eller SiO_2-gehalt). Hvis det hexagonale mineral har surstofforhold 1 : ca. 1.66 eller 1 : ca. 1.75, vil det sandsynligvis kunne danne sig i smeltemasser med tilsvarende surstofforhold, selv om der er ualmindelig meget RO tilstede, medens augit omvendt i smeltemasser af surstofforhold ca. 1 : 2.00 sandsynligvis vil kunne konstituere sig ved relativ stor CaO-gehalt. — 4) Endelig kan temperaturens höjde, krystallisations-processens varighed og lign. muligens ogsaa modificiere grænsen mellem det hexagonale mineral og augit paa en eller anden maade; da förstnævnte mineral ikke kjendes i naturens eruptive bergarter, — ligesom overhovedet hidtil ikke i noget produkt i naturen —, er det sandsynlig, at molekylernes tendens til at individualisere sig som augit faar overhaand, naar afkjölingen gaar langsomt for sig.

Af den nys refererede udvikling faaes, at det hexagonale kalksilikat rimeligvis har sammensætning



$(RO)_7\,(SiO_2)_4$ eller $(RO)_5\,(SiO_2)_3$,

hvor RO er CaO, sandsynligvis undertiden med noget MgO, MnO eller FeO, i alle fald sikkert undertiden med noget MgO. Om MnO og FeO ved udkrystallisationen fölger med ind i det hexagonale mineral, kan ej afgjöres, da der i de slagger, hvoraf jeg har mikroskopiske præparater, altid kun er meget lidet MnO og FeO tilstede. I slag no. 61, med 3.88 CaO mod 1 RO, hvor RO er omtrent MgO alene, er undertiden næsten den hele masse gaaet over til det hexagonale mineral, hvoraf sluttes, at dette ogsaa kan före lidt MgO. — Da mineralet karakteriseres ved CaO, er det sandsynligt, at denne base i sin almindelighed fortrinsvis gaar ind i det sig dannende individ, medens derimod MgO med MnO og FeO fortrinsvis blir tilbage i moderluden; herved faaes, idet der henvises til den foregaaende udvikling, at RO i silikatets formel bestaar af CaO med rimeligvis i maximum saa meget MgO, MnO og FeO, som forhold 1 (MgO, MnO og FeO) til ca. 4 CaO angiver.

Det er mulig, at der i vort mineral kan indgaa lidt af et lerjord-silikat, paa samme maade som forholdet er med augitgruppens mineraler.

I forbindelse med det hexagonale kalksilikat skal omtales en notits i et netop udkommet arbejde af L. BOURGEOIS, om »Reproduction par voie ignée d'un certain nombre d'espèces minérales appartenant aux familles des silicats, des titanites et des carbonates».[1]) — BOURGEOIS giver for det förste en kritik over de tidligere forsög angaaende synthetisk fremstilling af wollastonit og kommer herved til det resultat, at et produkt analog med naturens wollastonit endnu ikke er bleven erholdt paa kunstig vej.[2]) Derefter meddeles udfaldet af sammensmeltning af ekvivalente mængder CaO og SiO_2; de erholdte krystaller er langagtige prismer, ofte tvillinger, i tversnit visende sig at være optisk enaxige og optisk positive. Heraf drager BOURGEOIS den slutning, at $CaO.SiO_2$ er dimorf. — Saavidt det af referatet i Neues Jahrb. f. M. kan skjönnes, er

[1]) Thèse présentée à la faculté des sciences de Paris, 1883. 65 pag. — Jeg har kun havt adgang til at studere referat i Neues Jahrb. f. Min. etc., 1884.

[2]) I tidligere arbejder over slagger findes flere gange anfört wollastonit som dannet paa kunstig vej i smeltemasser, men saavel af beskrivelserne som af de chemiske analyser fremgaar i alle fald ofte, at be-

der ikke bleven leveret noget sikkert bevis for, at de erholdte krystaller i virkeligheden har formel $CaO . SiO_2$; det synes, at man kun har sluttet sig til dette, fordi mineralet fremgik af en smeltemasse af den nævnte sammensætning. — Det her omhandlede mineral er sandsynligvis identisk med vort hexagonale kalksilikat (begge er optisk enaxige og optisk positive, danner sig desuden begge i CaO-rige smeltemasser af surhedsgrad ca. 1 : 2.00). Heri ligger der en antydning til, at det hexagonale mineral i virkeligheden skal have sammensætning $RO . SiO_2$, hvor $RO = CaO$ med lidt MgO o. s. v., medens vi tidligere har fundet, at der rimeligvis er mere RO tilstede.

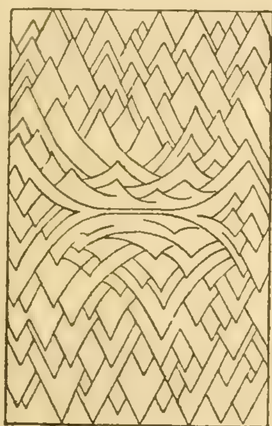
Til oplysning om det hexagonale kalksilikats opbygningsforholde og overhovedet om den maade, hvorpaa det viser sig under mikroskopet, hidsættes fölgende detailbeskrivelser af mikroskopiske præparater, der förer det omhandlede mineral.

Orienterede snit, ⫩ OP og ⫩ ∞ P, af krystaller fra *Sayner Hütte* (Dr. C. Schnabels original-material), se fig. 27, a og b samt fig. 28. — Slagmassen indeholder et i stor mængde optrædende, grönt, uregelmæssig begrænset mineral, altid i meget smaa individer (rimeligvis MnS eller (Ca, Mn)S), hvortil vi i det fölgende ikke tager noget hensyn, da det ikke vedrörer det hexagonale mineral i og for sig. — I snit ⫩ OP viser kalksilikatet sig i en zone langs kanterne at være opdelt i sekssidige tavler, begrundet i, at den store krystal her er sammensat af en hel del nogenlunde parallelle subindivider, medens selve krystallens kjærne er ganske monoton (se fig. 27, b); som tidligere omtalt, sees i dette snit, at mineralet er optisk enaxigt og optisk positivt. — I snit ⫩ ∞ P sees store variationer i de forskjellige dele: I krystallens centrale del, midt mellem de to OP-endeflader og midt mellem de begrænsende ∞ P-flader, findes en större og en hel del smaa lister, bestaaende af mineralsubstans, udtrukket efter OP og delvis begrænset af flader i

stemmelsen af wollastonit har beroet paa misforstaaelser. — Derimod fastholdes fremdeles, efter reviderende undersögelse, at det tavleformige mineral i slaggen fra Högfors, 14:de marts 1874, og sandsynligvis ogsaa det fra Tansâ, 1852, er identisk med naturlig wollastonit; desuden tilföjes, at i det sidste har jeg ogsaa i andre stærkt CaO-rige slagger af surstofforhold ca. 2.00 fundet tavleformige krystaller, lignende wollastonit; herom mere ved en anden gang.

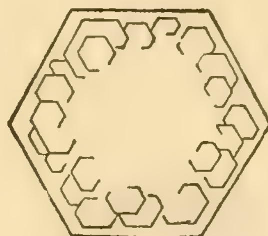
c-zonen ɔ: paa dette sted har mineralets opbygning gaaet for sig paa den maade, at molekylerne ordnede sig ind parallel basis. I nærheden af de to OP-endeflader derimod viser mineralindividet sig (se fig. 27, a) sammensat af stænger, som er symetrisk beliggende i forhold til c, altsaa svarende til pyramideretninger, og som danner en vinkel paa ca. 37° med hinanden (aflæst under mikroskopet maalingerne 37½°, 37½°, 37°, 37°, 37°, 35½°) ɔ: opbygningen har her gaaet for sig efter P-flader, al-

Fig. 27, a.



Snit ⫩ ∞P.

Fig. 27, b.



Snit ⫩ OP.

Orienterede snit af krystaller af det hexagonale kalksilikat (fra Sayner Hütte, Dr. Schnabels original-material), schematisk visende opbygningsretningerne i krystallernes kjærne og ved enderne. ($\frac{1}{1}^0$).

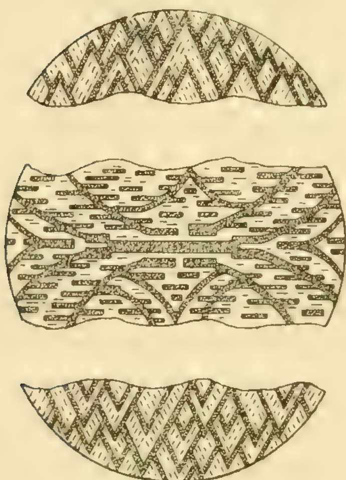
deles som f. ex. ved augit. Paa partiet mellem krystallens endeflader og den centrale del voxer vinkelen mellem de to P-opbygnings-retninger lidt efter lidt, og tilslut gaar de sidste fuldstændig tangentielt over i listerne parallel OP; de nöjere detailler herved studeres bedst paa tegningerne.

Mellem de enkelte opbygnings-stave ligger der i foreliggende tilfælde fornemmelig glas, kun undtagelsesvis mineral-substans, orienteret som den i selve stængerne værende. Senere kommer vi til at omtale tilfælder, hvor mellempartierne indtages dels af glas alene og dels af andre mineraler; forholdene i saa henseende er absolut analoge med dem, som finder sted ved f. ex. augit. — I den centrale del har opbygnings-elementerne gjennemgaaende större dimensioner end i de periferiske partier.

Nöjagtig samme princip for processen ved mineralets dannelse gjenfinder vi ved studium af andre hexagonal-slagger.

f. ex. slag fra *Rothe Hütte* pr. Elbingerode, Harz (se fig. 29). — Forinden vi gaar over til nöjere beskrivelse af denne anmærkes, at i bemeldte slag (som velvillig blev stillet til min disposition ved et besög i Clausthaler Bergakademies samlinger) sees i druserum nogle smaa, hexagonale krystaller; det er under mikroskopet afgjort, at det optrædende mineral er optisk enaxigt, hexagonalt og optisk positivt, og endelig vides, at slaggen har sammensætning omtrent som HAUSMANNS »Kieselschmelz»; vort mineral er altsaa identisk med det i foregaaende slag omhandlede. — De i det mikroskopiske præparat liggende snit ⫩ OP (som kjendes ved, at de viser optisk enaxighed, m. m.) sees at være sammensat af mineral-stænger i tre ligeværdige retninger, som med hinanden danner vinkel 60° (120°), se nederst paa fig. 29; mellem de enkelte stænger ligger lidt glas, men for-

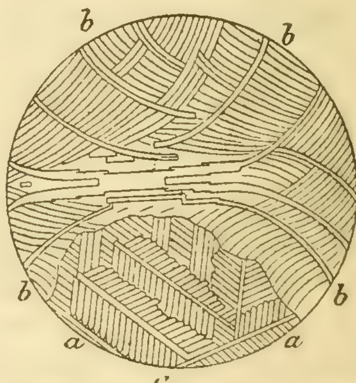
Fig. 28.



Snit ⫩ ∞P.

Fra Sayner Hütte, visende detaillerne ved opbygningen i krystallens kjærne og ved enderne ($\frac{50}{1}$).

Fig. 29.



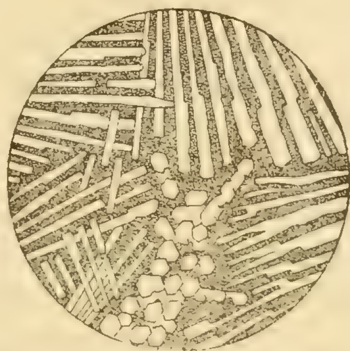
Fra Rothe Hütte. Præparat af selve slagmassen. a—a, snit ⫩ OP. b—b, snit ⊥ OP ($\frac{50}{1}$).

övrigt er ikke noget særskildt at anmærke. — Opbygningsforholdene i de ordinære, skjævt skaarne snit kan være meget vanskelig at dechiffrere; vi vil derfor kun holde os til snit, som kan skjönnes at gaa nogenlunde parallel med c-axen. I den centrale del viser disse individer altid en eller et par relativt meget store lister, parallel OP, liggende i et klart glas; fra enderne udgaar tangentielt et par nogenlunde grove opbygnings-stave, som lidt efter lidt böjer sig ind mod c-axen, ind-

til vinkelen mellem to symetrisk mod hinanden liggende retninger blir ca. 38—40°; fra disse primære stave udgaar der igjen sekundære, o. s. v. — aldeles som f. ex. ved de tidligere beskrevne olivin-mikrolither.

I andre af vore hexagonal-slagger har opbygningen omtrent udelukkende fundet sted efter OP, idet kun svage antydninger til P-retningerne kan opdages. — Som typus for disse tilfælder vælger vi en slag fra *Söderfors*, 1880 (analyse no. 62); det anmærkes, at i druserum sees et par, vistnok meget daarlige, hexagonale tavler, og at det i mikroskopisk præparat af slagmassen er afgjort, at mineralet er optisk enaxigt, hexagonalt og optisk positivt. — Snit ∥ OP giver antydningvis tilkjende opbygning i tre retninger, der danner vinkel 60° (120°) med hinanden; mineralet viser sig sammensat af omtrent parallelt orienterede tavler, som i regelen har temmelig skarp hexagonal begrænsning (se fig. 30, individet i tegningens nedre del). — Den störste del af præparatet indtages af grupper af negformigt anordnede, rektangulære, oftest temmelig lange og tynde lister, som altid slukker ud parallel længderetningen; hver enkelt list bestaar i almindelighed af en hel del næsten aldeles parallelt orienterede subindivider. Listerne er paa siderne nogenlunde skarpt begrænsede af en krystallografisk flade (som maa være OP); paa enderne er de dels uregelmæssig afrevne, dels normalt afskaarne (af flader i ∞P-zonen). Da tversnit er sjeldne, og da de altid viser en stor flade, sluttes, at listerne er udviklede ∥ OP, ikke ∥ c. Den omstændighed, at listerne baade i det her omhandlede præparat og i andre, dermed analoge, altid er indbyrdes negformigt anordnede, kan neppe være ganske tilfældig, men maa være begrundet i et opbygnings-princip hos selve mineral-substansen. Undertiden, om end ikke ofte, sees i præparatet fra Söderfors, 1880, et fuldstændigt »dobbeltknippe», med kun en eller et par lister i midten, men med en hel del ved fælles-gruppens to ender; dette synes at svare til det forhold, at ved de foregaaende

Fig. 30.



Fra Söderfors, 1880. Præparat af selve slagmassen, visende snit ∥ OP og snit ⊥ OP (de sidste bestaar af negformigt anordnede lister) ($\frac{5}{1}$).

slagger udgaar der fra OP-listen i kjærnepartiet fuldstændig tangentielt opbygnings-stave, som lidt efter lidt gaar over i P-retningerne. — Slag fra *Forsbacka* (analyse no. 61) indeholder et par procent augit, som ligger med nogenlunde god krystallografisk begrænsning inde i det hexagonale mineral, og som följelig maa være först udkrystalliseret[1]); det kjendes paa fölgende egenskaber: udtrukket ⫩ c-axen, spaltbarhed ⫩ samme, ved enderne med antydning til opbygning efter 5P, udslukningsvinkel i de forskjellige længdesnit vekslende mellem 0° og 40°, oftest ca. 35°; tversnit ca. kvadratisk, med udslukning symetrisk mod ∞P. — Det hexagonale mineral (som karakteriseres ved at være optisk enaxigt, hexagonalt og optisk positivt, samt ved slaggens chemiske sammensætning) viser i en del af præparatet opbygning som i slag fra Sayner og Rothe Hütte (fig. 29), i en anden del derimod som i slag fra Söderfors (fig. 30); i grænsepartiet sees overgang mellem de to slags principer, idet de symetrisk-negformige listegrupper lidt efter lidt antager form som en OP-list i midten med tangentielt udgaaende opbygnings-stave.

I slag fra *Edsken* (analyse no. 63) ligger der paa enkelte steder mellem det hexagonale minerals lister udskildt et lyst, stænglig opbygget mineral (augit?), medens listerne paa andre steder er fuldstændig omsluttede af glas. De förstnævnte partier viser sig makroskopiske hvide, lidet gjennemsigtige, med krystallinsk struktur, medens de sidstnævnte er farvelöse, næsten vandklare og seende ud som næsten ganske rent glas.

Da det har vist sig, at vort kalksilikat undertiden er underkastet en opbygningslov, gjældende for de centrale dele, og en anden, gjældende for de periferiske, vil man muligens tænke sig, at mineral-substansen i og for sig skal være hemimorf, og at vore krystaller er at opfatte som tvillinger efter en flade i ∞P-zonen, sammenvoxede i juxtaposition efter OP. Saaledes forholder det sig dog ikke, idet opbygning ⫩ OP i den centrale del kun finder sted i selve kjærnen, midt mellem de begrænsende ∞P-flader, medens den periferiske del ogsaa i snit midt mellem begge OP-endefladerne viser opbygning efter P; der er ingen skarp grænse mellem de to opbygningslove, idet OP- & P-stavene fuldstændig gaar over i hinanden. — Grunden

---

[1]) Mellem det hexagonale minerals stænger ligger der hist og her, som den senest individualiserede bestanddel, et mineral, som muligens ogsaa er augit.

til de ejendommelige forholde er saaledes ikke at söge i nogen slags hemimorfi.

Som almengyldig regel maa kunne opsættes, at opbygningen af de ved smeltning dannede mineraler har gaaet for sig paa den maade, at först har individets kjærne krystalliseret ud, og derefter har de sig udsondrende mineral-molekyler lidt efter lidt ordnet sig ind til den allerede individualiserede del, saa at væksten har gaaet for sig fra indad til udad. I henhold til dette fundament for udviklingen faaes som det sandsynlige resultat, at det hexagonale minerals molekyler i den allerförste periode af individ-dannelsen udelukkende ordnede sig ind til hinanden efter retninger, parallel OP, saa det förste stadium bestaar i, at der bygges op en tynd list eller tavle ∥ OP; dernæst begyndte molekylerne, naar forholdene tillod det, ogsaa at gruppere sig sammen efter P-retninger, og dette gik for sig med större og större intensivet, eftersom individet ved væksten naaede frem til de periferiske dele; — med andre ord, molekylerne har en medfödt tilböjelighed til fortrinsvis at fæste sig paa hinanden efter retningen af OP og efter retningen af P; i begyndelsen har tendensen til opbygning efter OP været dominerende, paa slutten derimod har forholdet været omvendt. — For nöjere at klargjöre disse ejendommelige fenomæner vil vi kaste et blik paa opbygnings-forholdene hos augit: tidligere er paavist, at augit-molekylerne ved mineralets dannelse fortrinsvis ordnede sig ind efter retningen af c (∞P) og efter retningen af 5P (med 5P∞ & 5P∞?); ingen forskjel kan öjnes mellem krystallernes kjærne og randzone ɔ: det indbyrdes forhold mellem den intensitet, med hvilken molekylerne grupperedes sammen (eller attraheredes sammen) efter ∞P, og den, hvormed de grupperedes sammen efter 5P, har ikke undergaaet nogen væsentlig modifikation under mineral-dannelsens periode. Ved det hexagonale mineral derimod er opbygnings-tendensen en funktion af det stadium, hvorpaa individualisationen befinder sig.

Ikke i noget af præparaterne er der seet antydning til, at det hexagonale mineral skal besidde spaltbarhed efter en eller anden flade; de fine rids, som undertiden sees ∥ OP og ∥ ∞P, er altid kun at opfatte som krystallografiske grænselinjer mellem omtrent parallelt anordnede subindivider. — I snit nogenlunde ∥ OP viser vort mineral yderst matte interferensfarver; i andre snit derimod sees alle mulige brogede farver.

Analyse af slagger, som indeholder det *hexagonale kalksilikat.*

	No. 61.	No. 62.	No. 63.	No. 64 a.	No. 64 b.	No. 65.
SiO_2	50,64	48,16	47,87	48,20	48,87	46,88
Al_2O_3	3,83	4,47	5,37	8,41	7,93	14,78
CaO	38,10	39,39	37,76	37,67	38,12 [1])	32,17
MgO	6,82	6,22	7,78	0,74	0,40	1,48
MnO	0,18	1,53	0,37	2,23	3,26	2,56
FeO	0,17	0,64	0,72	0,97	0,91	0,63
CaS	0,33	—	—	0,83	?	—
S	—	—	—	—	—	0,68
Sum	100,07	100,41	99,87	99,05	99,49	99,18

Surstofmængderne i

	No. 61.		No. 62.		No. 63.		No. 64 a.		No. 64 b.		No. 65.	
O i SiO_2	27,01		25,69		25,53		27,71		26,06		25,00	
» » Al_2O_3	1,78		2,08		2,50		3,92		3,70		6,89	
» » CaO	10,89	13,70	11,25	14,22	10,79	14,14	10,75	11,77	10,75	11,83	9,16	10,46
» » MgO	2,73		2,49		3,11		0,30		0,16		0,59	
» » MnO	0,04		0,34		0,08		0,50		0,72		0,57	
» » FeO	0,04		0,14		0,16		0,22		0,20		0,14	
Surstofforh.*)	1 : 1,73		1 : 1,58		1 : 1,53		1 : 1,64		1 : 1,68		1 : 1,441	

Analyser, tagne af literaturen.

	No. 66.	No. 67.
SiO_2	48,06	45,0
Al_2O_3	12,35	13,0
CaO	36,08	34,0 [1])
MgO	1,01	0,3
MnO	spor	3,5
FeO	ca. 1,00	2,0
CaS	ca. 1,50	—
S	—	0,8
Sum	100,00	98,6

	Surstofmængderne i			
	No. 66.		No. 67.	
O i SiO_2	25,63		24,00	
» i Al_2O_3	5,76		6,06	
» i CaO	10,31	10,93	9,43	10,77
» i MgO	0,40		0,12	
» i MnO	—		0,78	
» i FeO	0,22		0,44	
Surstofforhold	1 : 1,53		1 : 1,426	

*) Al_2O_3 regnet som base.

Analyser af saakaldet »*Kieselschmelz*».

	No. 68.	No. 69.	No. 70 a.	No. 70 b.	No. 71.
SiO_2	54,27	55,41	55,78	59,45	59,65
Al_2O_3	9,40	11,52	15,28	15,43	5,51
CaO	29,30	28,10	29,21	25,12	27,79
MgO	1,15	1,89	—	—	1,09
MnO	—	spor	—	—	0,99
FeO	6,58	3,08	—	—	2,64
Sum	100,70	100,00	100,27	100,00	97,70

Surstofmængderne i

	No. 68.		No. 69.		No. 70 a.	No. 70 b.	No. 71.	
O i SiO_2	28,75		29,20		29,75	31,50	31,61	
» » Al_2O_3	4,39		5,38		7,14	7,21	2,64	
» » CaO	8,37	10,29	8,03	9,47	8,35	7,18	7,94	9,19
» » Mgo	0,46		0,76		—	—	0,44	
» » MnO	—		—		—	—	0,22	
» » FeO	1,46		0,68		—	—	0,59	
Surstofforhold	1 : 1,96		1 : 1,97		1 : 1,92	1 : 2,19	1 : 2,67	

No. 61. Masovnsslag fra *Forsbacka, dec. 1871* (analyseret af O. Alströmer).

No. 62. Masovnsslag fra *Söderfors, 1880* (N. P. Curtz).

No. 63. Masovnsslag fra *Edsken* (middel af to vel overensstemmende analyser, udförte af C. G. Dahlerus).

Af disse tre svenske slagger har no. 61 og 62 gjennemgaaende krystallinsk udseende; no. 63 derimod synes makroskopisk at bestaa af glas med enkelte krystallinsk udsondrede kugler. De to sidste viser i druserum hexagonale krystaller, som vistnok er smaa og temmelig utydelige. Paa krystal fra Edsken maaltes $OP : \infty P =$ ca. $90°$, $\infty P : \infty P = 120$; andre flader optræder ikke. Orienteret snit $\neq$ basis viser, at mineralet er enaxigt og optisk positivt. —

Mikroskopiske præparater af slagmassen godtgjör, at mineralet er hexagonalt og identisk med det fra de andre slagger, se forövrigt den tidligere beskrivelse.

No. 64, a og b. Masovnsslag fra *Sayner Hütte*, aar ca. 1850 (analyseret af DR. C. SCHNABEL, Pogg. Ann. 84, pag. 158). Slaggerne indeholder spor af alkalier, navnlig af K_2O. Sp. v. 2.89. — Se tidligere beskrivelse.

[1]) I no. 64 b er S-gehalten ikke opgivet; den er her forudsat at være saa stor som i no. 64 a, hvortil er taget hensyn ved beregning af O i CaO.

No. 65. Masovnsslag fra *Borbeck* i *Westphalen, 1853* (analysen paaskrevet etikette i Berliner Bergakademies samlinger). Inde i en bladig masse (HAUSMANNS chytophyllit?) sidder hexagonale krystaller, se tidligere beskrivelse.

No. 66 og 67, analyser tagne af literaturen; slaggerne förer efter opgivende hexagonale krystaller. No. 66 fra *Anina* i Banatet, analyse meddelt af KERPELY (Berg- und Hüttem. Zeit. 1864, pag. 146. Sp. v. 2.9186 & 2.9202). No. 67 fra *Charleroy*, analyse meddelt af BERTHIER (RAMMELBERGS Chem. Metallurgie).

No. 68—70 er de af HAUSMANN meddelte analyser af »Kieselschmelz». De undersögte slagger er samtlige fra Harz; nöjere lokalitet angives kun for no. 69, som er fra *Neuwerk* masovn. Analyse-materialet har ikke været den egentlige slagmasse, men selve de frit udviklede krystaller, rensede saa nöje som det makroskopisk lod sig gjöre. No. 70, a og b, gjengiver sammensætningen af forskjellige krystaller, hörende til en og samme stuf; den ikke uvæsentlige differance mellem analyserne skyldes, efter HAUSMANN, formentlig, at krystallerne var forurenede med lidt af slagmassen. Lidt MgO, MnO og FeO har utvivlsomt i virkeligheden været forhaanden i slaggerne, hvoraf resulterer, at det her opförte surstofforhold maa være noget for højt; da de to analyser desuden afviger vel stærkt fra hinanden, maa de ikke tillægges særdeles stor betydning. Analyse no. 69, 70, a og b, er udförte af DR. ADOLPH KNOP, no. 68 af LIMPRICHT.

No. 71 er taget af et arbeide af C. RAMMELSBERG om »Beiträge zur Kenntniss der Eisenhohofen-Schlacken», (Pogg. Ann. Bind 74, aar 1849, pag. 95). Analysen, som er udfört af DR. WOLCOTT GIBBS, repræsenterer sammensætningen af den glasagtige del af en masovnsslag (fra *Ilsenburg*, Harz), hvori der undertiden sidder sekssidige tavler med afstumpede kanter. — RAMMELSBERG antager, at denne slag, paa grund af nogenlunde overensstemmelse i chemisk henseende, skal være identisk med den KOCH'ske »Kieselschmelz». I det foregaaende er der ikke taget hensyn til denne analyse, for det förste fordi den viser et ikke ganske uvæsentligt tab, dernæst, fordi den ikke er udfört paa den krystallinske del, men paa glas, hvori kun nu og da optræder hexagonale krystaller, og endelig, fordi den afviger i betydelig grad fra de övrige analyser, hvori er fundet det her omhandlede mineral. Analysen er neppe ganske rigtig, idet, efter min erfaring (se under emaljslagger) alle slagger, som indeholder mere SiO_2, end surstofforhold ca. 1 : ca. 2.55 angiver, blir emaljagtige.

Melilith[1]).

(Med *gehlenit* og et nyt, *CaO- og SiO_2-rigt, tetragonalt mineral.*)

Literatur.

JOHN PERCY[2]). Report on the crystalline slags. Report of the 16:th meeting of the British association for the advancement of science. London, 1847.

DAVID FORBES. Chemisk undersögelse af nogle ved jernfabrikationen frembragte krystallinske slagger. Nyt mag. f. naturv. B. 5. 1848.

F. BOTHE. Journ. f. pract. Chemie. B. 78. pag. 222. Referat i *Kenngott*, »Uebers. d. Resultate mineral. Forschungen», 1859, pag, 73.

Videre en mængde mindre notitser i forskjellige tidsskrifter. Specielt om *gehlenit* i slagger:

---

[1]) I sin helhed tilföjet under korrektur-læsningen.

[2]) Med assistance for den krystallografiske dels vedkommende af MILLER og for den chemiske dels af DAVID FORBES.

I. Fr. L. Hausmann. Beiträge zur Kenntniss der Eisenhohofen-Schlacken. Studien des Göttingischen Vereins Bergmännischer Freunde. 6:tes B:s 3:tes Heft. 1854. pag. 337.

I det fölgende leveres rent resumé-mæssig en del undersögelser vedrörende i slagger optrædende mineraler, hörende til melilith-skapolith-gruppen; et indgaaende, detailleret studium har ikke kunnet finde sted, fordi jeg ikke har havt tilstrækkeligt material til min disposition. Forövrigt kan bemærkes, at en nöjere granskning ikke med tilstrækkelig fordel kan gaa for sig paa det nuværende stadium, idet det fra naturen hentede kjendskab til de mange forskjellige mineraler inden den nævnte gruppe endnu kun er temmelig ringe.

Da der mellem de forskjellige forskere ikke hersker fuld overensstemmelse angaaende grupperingen af de her omhandlede mineraler, skal vi referere den ordning, som i de vigtigste mineralogiske læreböger og tabellariske oversigter er anvendt.

Naumann-Zirkel (1883) opförer en »mejonit-gruppe» med mineraler sarkolith, mejonit, missonit, skapolith, melilith og gehlenit.

F. A. Quenstedt (Handbuch der Mineralogie, 1877) stiller sammen under fælles hoved-overskrift skapolith fölgende: mejonit med missonit, melilith og sarkolith, videre skapolith med gehlenit.

I. D. Dana (A system of mineralogy, 1881) har en egentlig skapolith-gruppe (med sarkolith, missonit, dipyr, mejonit o. s. v.), stiller melilith sammen med vesuvian og holder gehlenit ud for sig alene.

Des Cloiseaux (Manuel de Minéralogie, 1862) lader gehlenit og melilith fölges ad og opförer de egentlige skapolithmineraler for sig.

P. Groth (Tabellarische Uebersicht der Mineralien nach ihren krystallografisch-chemischen Beziehungen, 1882) stiller gehlenit under basiske silikater, medens melilith med skapolith og sarkolith stilles i gruppe for sig under orthokiselsure salte.

At skille fra hinanden to saa nærstaaende mineraler som melilith og gehlenit, blot fordi den ene holder lidt mindre SiO_2 end den anden, kan neppe være berettiget; vi holder dem derfor sammen; i overensstemmelse med Naumann-Zirkel anser vi dem i fællesskab med de egentlige skapolither at danne en naturlig mineral-familie.

De forskjellige led i denne er 1) tetragonale, 2) har nogenlunde overensstemmende axeforholde, er altsaa homöomorfe;

midtkantvinkelen hos melilith, missonit, mejonit, skapolith og gehlenit er resp. 65° 30′, 64° 0′, 63° 42′, 63° 42′ og 59° 0′. 3) De i naturen optrædende varieteter er, med undtagelse af sarkolith, optisk negative[1]). 4) Samtlige er relativt SiO_2-fattige silikater, karakteriserede af Al_2O_3 og RO, hvor RO fornemmelig er CaO med en del Na_2O. 5) I geologisk henseende optræder de forskjellige mineraler i det hele og store pa samme maade.

Der er meget faa mineraler, som i den grad har ligget under for dekomposition som netop de fleste af vore her omhandlede, og derfor er kjendskaben til de forskjellige leds chemiske sammensætning ikke tilstrækkelig indgaaende. — P. Groth (Tabellarische Uebersicht, 1882) opförer skapolith (med mejonit), melilith og sarkolith med fölgende chemiske formler:

Skapolith (wernerit, mejonit)	Melilith	Sarkolith
$6\,RO.\ 4\,Al_2O_3.\ 9\,SiO_2$,	$12\,RO.\ 2\,Al_2O_3.\ 9\,SiO_2$.	$3\,RO.\ Al_2O_3.\ SiO_2$,

hvilke ogsaa kan skrives paa fölgende maade:

$3\,(RO)_2\ SiO_2 +$ $2\,(Al_2O_3)_2\ (SiO_2)_6$	$6\,(RO)_2\ SiO_2 +$ $(Al_2O_3)_2\ (SiO_2)_3$	$3\,(RO)_2\ SiO_2 +$ $(Al_2O_3)_2\ (SiO_2)_3$

ↄ: mineralerne kan opfattes som vekslende blandinger af de to konstituerende hovedled

$$(RO)_2\ SiO_2 \text{ og } (Al_2O_3)_2\ (SiO_2)_6,$$

om hvilke her specielt betones, at de begge er singulosilikater.

Gehlenit bestaar, ifölge Rammelsbergs Mineralchemie (1875), af

$$3\,RO.\ Al_2O_3.\ 2\,SiO_2.$$

Denne indeholder mindre SiO_2 end tilfældet er med de nys anförte mineraler.

Om den egentlige skapolith er at bemærke, at mange analyser, udförte paa material, som opgives at være aldeles udekomponeret, ikke stemmer med den af Groth angivne formel; vi vil derfor gjennemgaa nogle detailarbejder.

L. Sipöcz[2]) (i Karlsbad) meddeler nogle analyser af usædvanlig frisk skapolith fra forskjellige findesteder (no. 72 fra

---

[1]) Det paa kunstig vej ved smeltning fremstillede melilith-mineral har i de fleste af de af mig undersögte stuffer vist sig at være optisk positivt; se herom mere senere. — Kunstig gehlenit synes at være optisk negativ, som den naturlige.

[2]) Tschermaks Mineral. Mitth. B. 4, aar 1882, pag. 265.

Malsjö, no. 73 fra Arendal, no 74 fra Gouverneur; no. 72 og 74 stemmer nöje med analyser af skapolith fra de samme findesteder, udförte af G. VOM RATH); videre medtages to analyser (no. 75 og 76, udförte af resp. I. H. L. VOGT og S. WLEUGEL) af den i skapolith- hornblende-felsen fra Ödegaardens apatitgrube, Norge, optrædende skapolith, som udmærker sig ved sin friskhed.

	No. 72.	No. 73.	No. 74.	No. 75.	No. 76.
SiO_2	52,48	52,57	52,65	55,50	54,00
Al_2O_3	25,56	24,24	25,32	23,55	24,13
FeO	0,39	0,26	0,11	—	—
CaO	12,44	11,57	11,30	7,50	7,89
MgO	—	—	0,23	0,25	0,95
Na_2O	6,52	7,19	6,64	10,22	—
K_2O	0,79	0,42	1,58	0,15	—
SO_3	0,58	0,90	0,14	—	—
Cl	0,27	0,23	0,33	—	—
CO_2	0,14	0,39	—	—	—
H_2O	0,61	0,69	0,42	1,91	1,22
Sum	99,78	98,46	98,72	99,08	—
O, ekvivalerende Cl	0,06	0,05	0,07		
Sum	99,72	98,41	98,65		

For at faa bestemt selve silikatets formel gaar vi ud fra, at i de tre förste analyser optræder CO_2, SO_3 og Cl som resp. $CaCO_3$, $CaSO_4$ og $CaCl_2$. — I det resterende er forholdet:

O i SiO_2 : O i Al_2O_3 : O i RO = resp. 1 : 0.425 : 0.188, 1 : 0.403 : 0.176, 1 : 0.420 : 0.188, 1 : 0.371 : 0.166, 1 : 0.390 : ? .

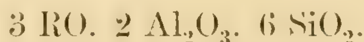
Heraf sees for det förste, at de her omhandlede skapolither paa langt nær ikke er singulosilikater[1]) (surstofforholdet, beregnet paa vanlig vis, er resp. 1.63, 1.73, 1.66, 1.86 og ? ,

[1]) Det samme er ogsaa tilfælde med en mængde af de i RAMMELSBERGS Mineralchemie (1875) opförte analyser.

hvoraf som det sandsynlige middel fremgaar 1.667 eller $\frac{5}{3}$). Dernæst udledes, at samtlige analyser tilnærmelsesvis udtrykkes ved forholdet

1 : 0.400 : 0.200, ɔ: ved formel $6\,RO.\ 4\,Al_2O_3.\ 15\,SiO_2$.

G. v. RATH opförer som normal-sammensætning for skapolith fölgende formel:



$$3\,RO.\ 2\,Al_2O_3.\ 6\,SiO_2.$$

Paa hosstaaende tabel, hvor paa ordinataxen er afsat forholdet mellem O i SiO_2 og O i RO og Al_2O_3 tilsammen og paa abscisseaxen forholdet mellem O i RO og O i Al_2O_3 indbyrdes, gives rent grafisk en oversigt over de vigtigste af de hidtil kjendte led inden den her omhandlede gruppe[2]). Det

	O i RO : O i Al_2O_3			
Surstofforholdet	1 : 2	1 : 1	2 : 1	
1 : 1.667	Skap.			
1 : 1.333	(Skap.)			![1])
1 : 1.000	Mejon.	Sark.	Melil.	
1 : 0.667		Gehl.		

sees heraf, at mineralerne ikke danner en enkelt kontinuerlig række, idet surstofforholdet ikke er en funktion af RO : Al_2O_3. Sandsynligvis lader skapolith-melilith-gruppen sig derivere i chemisk henseende efter nogle fundamentale grundled, nogenlunde paa samme maade som tilfældet er med plagioklaserne, cfr. den Tschermak'ske theori. Hos vor gruppe maa vi dog komme til at faa ikke mindre end 4 yderled, repræsenterende minimum og maximum i surstofforholdet paa den ene side og forholdet RO : Al_2O_3 paa den anden. Nöjere i detail kan vi paa det nuværende stadium ikke komme. — Denne temmelig vidtlöftige udvikling har været nödvendig, idet det i det fölgende skal paavises, at der i slagger ved siden af melilith og gehlenit ogsaa optræder et andet tetragonalt mineral, sandsynligvis tilhörende den samme mineralgruppe, men ikke stem-

---

[1]) Herom se senere.

[2]) Skap., betydende skapolith, er opfört med den nys beregnede formel: med (skap.) er betegnet G. v. RATH's formel for det samme mineral. — De övrige led inden gruppen er opförte med de tidligere refererede sammensætninger.

mende med noget af de tidligere kjendte led; den plads, det synes at indtage i den grafiske oversigt, er anmærket med et udraabstegn (!).

Efter at J. PERCY og D. FORBES i aaret 1847 havde paavist, at melilith og gehlenit kan dannes i slagger, er de to nævnte mineraler og flere af de övrige led inden den fælles gruppe gjentagne gange blevne synthetisk fremstillede ved smeltning. De vigtigste af de erfaringer, som de franske mineralsynthetikere herunder har erhvervet, er fölgende [1]):

Melilith, overensstemmende med den naturlige, derunder bl. a. ogsaa iberegnet, at den er optisk negativ, krystalliserer ud, naar man smelter sammen RO, Al_2O_3 og SiO_2 i forhold, som formelen angiver; RO er her fornemmelig CaO. Ifölge BOURGEOIS skal krystallisationen lettes, naar lidt CaO erstattes med Na_2O. — En MnO-förende melilith, med RO = 9 CaO, 2 MnO og 1 Na_2O, er bleven fremstillet af BOURGEOIS; den viste sig at være optisk negativ, altsaa som den naturlige.

Ren *CaO-gehlenit* erholdes let ved smeltning, i smaa krystaller, med levende interferensfarver.

Ved smeltning af 6 RO, 4 Al_2O_3, 9 SiO_2 (*mejonit*-sammensætning), hvor 6 RO = 5 CaO + 1 Na_2O, produceres et tetragonalt, söjleformigt mineral, som har levende interferensfarver, og som i chemisk henseende antages at svare til mejonit, men som afviger fra samme derved, at det er optisk positivt, medens naturlig mejonit er optisk negativ. — Det sidste betones her specielt, da det er analogt med enkelte resultater af mine egne undersögelser.Naar RO = CaO alene, faaes anorthit-mikrolither i en ikke bestembar grundmasse.

Saavidt det kan skjönnes, har der aldrig været foretaget synthetiske experimenter med formaal at fremstille *egentlig skapolith*, heller ikke *sarkolith*.

I de egentlige skapolither indgaar der i regelen kun yderst lidet MgO, nemlig oftest kun 1 % og derunder; melilith derimod kan indeholde en del mere MgO. Af hensyn til de se-

[1]) Se F. FOUQUÉ ET M. LÉVY: Synthèse des minéraux et des roches, og BOURGEOIS: Bull. Soc. min. 1882, pag. 15.

nere kommende undersögelser er det nödvendigt at studere dette forhold saa nöje, som det lader sig gjöre; vi meddeler derfor de bedste af de til dato kjendte analyser af naturlig melilith.

	No. 77.	No. 78.	No. 79.	No. 80.	No. 81.
SiO_2	43.96	40,60	39,27	38,34	44,76
Al_2O_3	11,20	10,88	6,42	8,61	7,90
Fe_2O_3	—	4,43	10,17	10,02	5,16
FeO	2,32	—	—	—	1,39
CaO	31,96	31,81	32,47	32,05	27,47
MgO	6,10	4,54	6,44	6,71	8,60
Na_2O	4,28	4,43	1,95	2,12	2,65
K_2O	0,38	0,36	1,46	1,51	0,33
H_2O	—	—	—	—	1,42
Sum	100,20	98,35	98,18	99,36	99,68

No. 77 og 78 er melilith (»humboltilith») fra Vesuv, analyserne udförte af resp. Kobell og Damour; no. 79 og 80 er melilith fra Capo di Bove, analyserne af Damour; no. 81 er melilith, isoleret ved J-K-Hg-vædsken, af melilithbasalt fra Hochbohl ved Owen, analysen udfört af H. Schulze[1]). — I analyserne no. 77—80 er FeO og Fe_2O_3 ikke eller neppe holdt ud fra hinanden; melilithens R_2O_3-gehalt er derfor ikke ganske sikkert bestemt. — I samtlige analyser indgaar ikke saa ganske lidet MgO; med sikkerhed kan sluttes, at melilith i alle fald kan holde saa meget MgO som 1 MgO : 2.49 RO, hvor RO er CaO med lidt Na_2O og K_2O; hvor maximums-grænsen ligger, kan ikke siges.

De i slagger optrædende melilither viser sig næsten altid som korte söjler eller endog som ganske tynde tavler, begræn-

[1]) De 4 förste analyser er tagne af Rammelsbergs Mineralchemie. den 5:te af A. Stelzners arbejde »Ueber Melilith und Melilithbasalte» (Neues Jahrb. f. Min. Geol. usw. Beilage-Band 1883).

sede af OP, $\infty P \infty$[1]), temmelig hyppig desuden af ∞P, hvilken sidste oftest er af ganske underordnet betydning. Pyramide-, dome- eller andre söjleflader har jeg aldrig seet, hvoraf sluttes, at de i alle fald ikke kan forekomme hyppig. — Den eneste beskrivelse, som jeg kjender, af nogenlunde fladerige slagmelilither er meddelt af F. BOTHE (se lit.), som undersögte melilither fra Bettingen masovn pr. Lebach. Den omhandlede slag, hvis chemiske sammensætning repræsenteres ved analyse no. 114, bestod af indtil 1.5—2 cm.-lange, söjleformige krystaller, som opgives at være »begrænsede af ∞P. OP, med smale lister af $\infty P \infty$, P, $P \infty$ og en söjeflade ∞Pn, hvor n ikke lader sig bestemme. Af pyramidens vinkler afledes axeforhold

$$a : c = 1 : 0.46656.$$

Midtkantvinkelen af P beregnes heraf til 66° 43′ og af $P \infty$ til 49° 27′.»

Den naturlige melilith karakteriseres, ifölge maalinger af DES CLOISEAUX (Man. d. Miner, 1862) ved en midtkantvinkel hos grundpyramiden = 65° 30′; heraf beregnes axeforhold

$$a : c = 1 : 0.4548$$ [2]).

Af BOTHE's maalinger, som antagelig kun har givet approximativt rigtige værdier, udledes det generelle resultat, at kunstig og naturlig melilith har de samme geometriske konstanter. — Af hensyn til de senere udviklinger vil vi specielt betone, at den foreliggende slag i chemisk henseende stemmer meget nöje med melilith, idet den har surstofforhold 1 : 1.05 og $RO : Al_2O_3 = 1 : 1.95$, hvoraf fölger, at der her netop maa have dannet sig melilith og ikke noget andet mineral inden den store gruppe.

Den inde i selve slagmasserne optrædende, egentlige melilith karakteriseres ved omtrent de samme egenskaber som den

---

[1]) Hos den naturlige melilith, ligesom overhovedet hos de fleste mineraler inden den her omhandlede gruppe, er $\infty P \infty$ den mest fremtrædende flade i söjlezonen; af denne grund vælger vi at kalde den dominerende söjleflade hos den kunstige melilith for $\infty P \infty$, ikke for ∞P, om end berettigelsen heraf i alm. ikke kan paavises ved kontrol af andre flader.

[2]) Naumann-Zirkel og P. Groth angiver 1 : 0.6429, hvilket maa bero paa regnefeil.

naturlige[1]). Fremfor de fleste af de övrige slag-mineraler udmærker den sig ved i almindelighed at vise sig i næsten fuldt færdige krystaller; melilith-mikrolither og -krystalskelet findes vistnok, men er sjeldne.

I mikroskopiske præparater af slagger optræder vort mineral i tavleformige eller kort-söjleformige krystaller, begrænset af $OP . \infty P \infty$ og meget jævnlig desuden, altid dog kun i rent underordnet grad, af ∞P; lang-söjleformige krystaller i mikroskopiske præparater har jeg ikke seet. Som en generel bemærkning forudskikkes, at samtlige de her omhandlede slag-melilither er aldeles vandklare (i mikroskopiske præparater), og at de ikke viser spor af pleochroisme. — Interferensfarverne hos de forskjellige tetragonale, til melilith-skapolith-gruppen henhörende, slag-mineraler er gjennemgaaende matte; brogede, livlige farver sees aldrig. Den varietet, som optræder i slagger, der ligger temmelig nær ved singulosilikat, udmærker sig ved altid at vise intensiv blaa farver eller graa med en tydelig blaalig nuance ɔ: ved at före de samme farvetoner som den naturlige.[2]) Da det mineral, som udgjör den dominerende bestanddel i de relativt SiO_2-rigere slagger, i alle de af mig undersögte tilfælder betegnes ved ren graa farver, uden spor af blaa nuance, vil vi her specielt gjennemgaa farven hos melilith i nogle af de singulosilikat-slagger, som har staaet til min disposition.

No.	Surst.forh.	% Al_2O_3	Interferensfarver.
85	1 : 1.14	10.70	Blaagraa, spor af gult skjær.
86	1 : 1.03	9.10	Intensiv blaa.
87	1 : 0.91	12.11	do. do.
88	1 : 0.81[3])	11.2[3])	do. do.
90	1 : 0.98	24.12	Blaa, undertiden med gult skjær.
60	1 : 1.08	3.5	Intensiv blaa.

Om forholdet ved de mere basiske slagger, se under gehlenit.

Saavel den naturlige som den kunstige melilith har saa svag dobbeltbrydning, at de to punkter, hvori den optiske axe

---

[1]) Om den sidste se: »Ueber Melilith und Melilithbasalte» af A. STELZNER.
[2]) A. S. omtaler, at kun i en eneste af de af ham undersögte bergarter, nemlig i en hauynophyr fra Vultur, karakteriseres melilith ved gule og röde interferensfarver: skulde her muligens foreligge gehlenit eller et andet led af vor gruppe?
[3]) Efter at spinel er fraregnet.

deler sig ved indskyvelse af ¼-bölgelængdes glimmerblad, træder ud udenfor synsfeltet, naar man opererer med snit, liggende i mikroskopiske præparater af vanlig tykkelse. Man maa derfor have orienterede krystal-præparater for at faa afgjort, om melilith er optisk positiv eller negativ. — Ifölge DES CLOISEAUX er den naturlige melilith optisk negativ; hvorledes det forholder sig med den kunstige, kan ikke bestemmes med fuld sikkerhed, da jeg ikke har kunnet faa orienterede snit af krystaller fra netop de slagger, hvoraf der foreligger chemiske analyser. — Som senere skal omtales, viser det nye, CaO- og SiO_2-rige led inden melilith-skapolith-gruppen sig altid at være optisk positivt; det samme er ogsaa tilfælde med det tetragonale mineral i f.ex. slag fra en kokes-masovn, Pennsylvanien, og i slag fra Königin Maria-Hütte pr. Zwickau, Sachsen (se fig. 33). De kvadratiske tavler i begge disse antog jeg först uden videre for at være identiske med naturlig melilith, men for den förstes vedkommende kan saa neppe være tilfælde, da den har ren graa, ikke blaalige, interferensfarver. Mineralet i den anden slag derimod synes at svare til virkelig melilith, idet det har graa interferensfarver med spor af blaalig nuance, og idet det kun har spaltbarhed efter OP, ikke desuden efter $\infty P \infty$ (∞P?). Vi faar altsaa som det sandsynlige resultat, at artificiel melilith, i alle fald undertiden, er optisk positiv[1]). — Med sikkerhed er afgjort, at det tetragonale mineral vort nye led — i slagger med surstofforhold 1 : 1.32, 1.42, 1.46 og 148 er optisk positiv; paa den anden side synes det tetragonale mineral ved surstofforhold 1 : 0.98 og 1 : 0.75 (gehlenit) at være optisk negativ. — Mere detaillerede undersögelser herover kan paa det nuværende stadium ikke leveres.

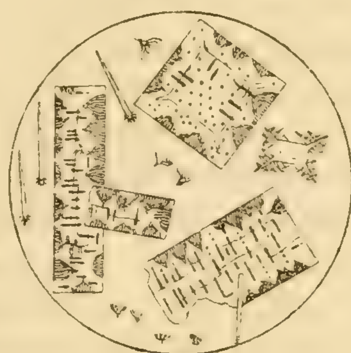
Ifölge A. STELZNERS beskrivelse er, næst efter den listeeller tavleformige optræder og de blaalige interferensfarver, den saakaldte Pflockstruktur det bedste kjendemærke paa den i bergarter optrædende melilith. Et tilsvarende fenomen hos artificiel melilith er ikke vanligt, idet jeg kun har fundet en analog udvikling hos et par af de mange af mig undersögte melilith-slagger, nemlig i en slag fra Staffordshire[2]), England (se fig. 31) og i den nys omtalte slag fra en kokes-masovn,

[1]) Ifölge F. FOUQUÉ & M. LÉVY og BOURGEOIS skal den være optisk negativ.

[2]) Præparat af denne slag blev mig velvillig tilstillet af A. STELZNER, med den oplysning, at melilithen her viste en slags »Pflockstruktur».

Pennsylvanien (det tetragonale mineral i denne er optisk positivt, viser nogenlunde stærk dobbeltbrydning og har ren graa interferensfarver, er derfor neppe egentlig melilith). — Ved mikroskopisk undersögelse afgjöres, at det i tynde, kvadratiske tavler (med OP. ∞ P ∞) optrædende mineral i slag fra Staffordshire er optisk enaxigt, at det har meget svag dobbeltbrydning, spaltbarhed kun ∥ OP og blaa interferensfarver ɔ: det maa være identisk med melilith. — I snit ca. ⊥ OP sees en utallighed af mörke, enten absolut eller næsten uigjennemsigtige interpositioner, oftest lange og naalformige, med rundt tversnit; de er i alm. anordnede i rækker normalt paa OP; som fig. 31 udviser, oplöser de sorte naale sig ved enderne ofte i punktrækker. Hist og her iagttages, at aldeles tilsvarende dannelser ogsaa er udviklede ∥ OP, ikke ⊥ OP, og i snit ca. ∥ OP kan mere detailleret afgjöres, at de sidstnævnte linjer gaar ∥ ∞ P ∞. — Der handles her ikke om aabne luftporer, men om et fast legeme, som er anordnet i bestemt krystallografisk stilling i forhold til melilith-individet. Fenomenet har adskillig lighed med den tidligere beskrevne optræden af lovmæssigt orienterede interpositioner i den artificielle glimmer fra Kafveltorp (fig. 18). — Hvoraf de omhandlede interpositioner i foreliggende tilfælde har bestaaet, er ikke afgjort (de kan være glas med sulfid?). Specielt maa betones, at den nys beskrevne struktur ikke maa forvekslés med, at melilith jævnlig langs sine krystalkanter indeholder indlejninger af et skiddent farvet mineral nemlig RS, hvor R er Ca med Mn og Fe), som er opdelt i uregelmæssig begrænsede traade, der er, samlede i negformige grupper; disses »rod» er som fig. 31 viser, altid vendt indad mod mineralets kjærne.

Fig. 31.



Melilith-krystaller med »Pflockstruktur» og med busk-formige mikrolither af sulfid ved kanterne. Överst tilhöjre en olivin-mikrolith (seet ∥ ∞ P $\breve{\infty}$); lange sulfid-longuliter: hovedmassen er klart glas. (Fra en masovn i Staffordshire.) ($\frac{50}{1}$).

Det tetragonale mineral i slaggen fra Pennsylvanien viser en mængde lange porer, dels aabne, altsaa luftporer, dels fyldte med en sort masse; de er tilnærmelsesvis cylindriske og

altid udviklede med længderetning ⊥ OP. Jævnlig er melilith-substansen aldeles kompakt i en tynd zone midt mellem OP-planerne; de lange, tynde »linjer» ligger da i grupper nogenlunde symetrisk paa hver side af midten. — I et temmelig tykt præparat ⫩ OP (slebet for at afgjöre dobbeltbrydningens art) af melilith fra Königin Maria-Hütte pr. Zwickau sees en hel mængde aabne, temmelig store, uregelmæssigt pölseformige luftporer, som i det hele og store er anordnede med længderetning ⊥ ∞P∞; i principet svarer de til de i den foregaaende slag omhandlede »linjer». — Efter disse iagttagelser skal vi forsöge at bestemme, hvad aarsagen kan være til melilithens» Querfaserung» og »Pflockstruktur». — For det förste maa betones, at den nævnte struktur viser sig hos aldeles friske, nys dannede individer; den kan altsaa ikke skyldes dekomposition, om den vistnok rimeligvis blir mere fremtrædende og iöjnefaldende, naar mineralet i aartusinders löb har faaet lide under tidens tand. Dernæst ser vi, hvad allerede A. STELZNER gjör opmærksom paa, at de melilith-individer, som holder »Pflockstruktur-linjer», ikke viser spor af aggregat-polarisation ɔ: krystallerne er ikke sammensatte af faserige subindivider. — Det omhandlede fenomen maa herved være reduceret til, at der ved selve krystallisations-processen dannedes aabne rum, der i alm. har længderetning ⫩ c, kun undtagelsesvis ⫩ kanterne mellem OP og ∞P∞ ɔ: aarsagen er at söge i en lovmæssig kontraktion ved individernes dannelse.

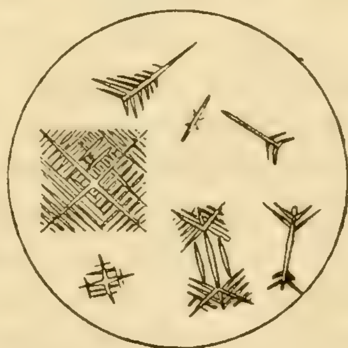
Spaltbarheden synes at være en af de bedste kjendemærker mellem den egentlige melilith (samt gehlenit) og det nye, CaO- og SiO_2-rige led inden vor mineral-familie, og vi skal derfor omhandle den lidt nöjere. — I orienterede præparater af egentlig melilith, slebet ⫩ ∞P∞, sees for det förste, at mineralet i regelen har afsondring efter OP ɔ: at det er lagformig opbygget af tavler efter OP; dernæst afgjöres, at mineralet altid har en ganske god spaltbarhed parallel samme flade, men derimod ikke nogen ⫩ ∞P∞ (eller ∞P). I overensstemmelse hermed finder vi, at snit ⫩ OP ikke viser spor af spaltbarhed (se fig. 33). — Hos vort nye led iagttages altid udmærket god spaltbarhed ⫩ ∞P∞ (∞P?), desuden ogsaa spaltbarhed ⫩ OP(?), og den kunstige gehlenit synes ligeledes ogsaa at have spaltbarhed saavel efter ∞P∞ som efter OP; herom mere senere.

Vi har allerede tidligere berört, at melilith i större grad end de övrige slag-mineraler viser tendens til at optræde i

nogenlunde fuldt færdige krystaller; dette maa dog ikke opfattes saaledes, at krystallerne altid eller i regelen skal være fuldt normalt udviklede, tvertom, det allersidste stadium i krystallisations-processen er sjelden bleven tilbagelagt. — Studium af mikroskopiske præparater giver tilkjende, at melilithen fornemmelig karakteriseres ved opbygnings-retningerne ∞P[1]) og OP, kun i underordnet grad ved ∞P∞. — De enkelte detailler vedrörende krystallernes konstruktion studeres bedst ved særskilt beskrivelse af de enkelte slagger hver for sig; vi begynder med at omhandle det förste trin paa den embryologiske udviklingsbane, ɔ: med mikrolith-stadiet.

I slag fra en masovn ved *Lake superior* (analyse no. 90, med surstofforhold 1:0.98, med 24.12 % Al_2O_3) optræder en hel del temmelig store mikrolither, som bestemmes at tilhöre det tetragonale system, idet mineralet i enkelte snit (nemlig de, der projicerer sig som store kvadrater, se tilvenstre paa fig. 32) ved krydsede nikols er mörkt under en hel omdrejning og ved konvergent-polariseret lys viser kors, ikke hyperbler. Dobbeltbrydningen er saa svag, at i snit, som er skaarne nöjagtig ∓ OP, træder de to punkter, hvori den optiske axe deler sig ved indskyvelse af ¼-bölgelængdes glimmerblad, ud udenfor synsfeltet; her kan altsaa ikke uden videre afgjöres, om mineralet er opt. pos. eller neg. I et noget skjævt snit synes substansen at vise sig som optisk negativ. — Da interferensfarverne dels er ren blaa, dels blaa med et gulagtigt skjær, — da mikrolitherne er begrænsede fornemmelig af OP. ∞P∞, — og da mineralet er dannet i en singulosilikatsmeltemasse, det indeholder tilstrækkelig meget CaO og Al_2O_3, maa det være berettiget at slutte, at det er identisk med naturlig melilith.

Fig. 32.



Melilith-mikrolither i en glasrig slag fra Lake superior. ($\frac{30}{1}$).

I snit nogenlunde ∓ OP sees for det förste i almindelighed to större, diagonale korsstave, som danner vinkel 90° med hin-

[1]) ɔ: ved diagonal-retningerne hos de kvadratiske tavler.

anden, og som leverer grundlaget for de sekundære opbygnings-stave; fra disse igjen udgaar tertiære, o. s. v., idet det hele netværk er færdigt. Mellem de enkelte opbygnings-elementer ligger en del glas, paa samme maade som ved de tidligere beskrevne mikrolither af augit, olivin, m. m. — Hist og her viser selve mikrolithens kjærne ɔ: krydsningspunktet for de primære stave, sig at bestaa af kompakt mineral-substans, samlet i en liden tavle med sider ± mikrolithens begrænsningsflader. — Tilnærmelsevis danner mikrolitherne tavler med kvadratisk begrænsning; opfatter vi her, som ellers, sidefladerne som ∞P∞, ikke ∞P, saa faar opbygnings-retningerne tegnet ∞P.

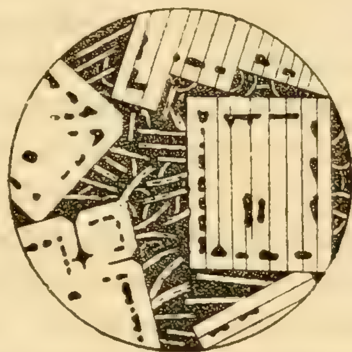
I skjævt skaarne snit viser sig dels kun de nys omhandlede ∞P-stave, dels desuden stave parallel OP; se de övrige paa fig. 32 indtegnede individer.

Grunden til, at det tetragonale mineral i foreliggende tilfælde kun optræder i krystalskelet, maa være at söge i, at krystallisations-processen paa en eller anden maade er bleven hæmmet; dette maa bero paa, at Al_2O_3-gehalten i den her omhandlede slag er usædvanlig stor, se herom senere.

Fra *Königin Maria-Hütte* pr. Zwickau foreligger til undersögelse fire slagger, som repræsenterer resp. aldeles ren masovnsgang og mere og mere uren ɔ: slaggernes FeO-gehalt danner en jævnt voxende serie. Vi skal her mere udförlig kun omhandle en af slaggerne, nemlig den FeO-rigeste. — I drusérum sidder tetragonale, omtrent kubiske krystaller, begrænsede af OP. ∞P∞., lidt desuden af ∞P (tegningerne tilvenstre paa fig. 33 gjengiver tyndslebne præparater ± OP, de tilhöjre derimod ± ∞P∞). Krystallerne indeholder i en noget uregelmæssig zone langs kanterne en hel del mörke indeslutninger (sort masse, nemlig glas med sulfid, etc.), anordnet nogenlunde regelmæssig i partier ± OP, ∞P∞ og ∞P. Som allerede tidligere omtalt, förer krystallerne aabne, pölseformige luftporer, hvis længderetning tilnærmelsesvis gaar parallel OP og staar lodret paa ∞P∞. — Mineralet har saavel afsondring som spaltbarhed ± OP, derimod ikke nogen spaltbarhed ± ∞P∞ eller ∞P; det er *optisk positivt;* interferensfarverne er graa med spor af blaalig nuance. — I præparat af selve slagmassen iagttages et virvar af store, temmelig skarpt begrænsede melilith-krystaller, som tilsammen udgjör ca. 85 % af den hele masse. Mellemrummene mellem krystallerne indtages af en dunkel masse, hvori ligger en mængde, gjerne uregelmæssigt böjede, individer

af et mineral, som vi skal forsöge at bestemme. Dets vigtigste egenskaber er fölgende: 1) I alm. viser det sig som meget tynde lister; tversnit, som er sjeldne, afgjör, at mineralet ikke er stangformigt, men tynd-bladigt. Individerne er begrænsede af en flade $\parallel$ bladretningen (som vi for simpelheds skyld kalder OP); paa enderne er de i alm. uregelmæssigt afrevne. 2) $\parallel$ OP gaar en udmærket god spaltbarhed, som endog er mere udpræget end den, der f. ex. karakteriserer glimmeren i slag fra Kafveltorp (se pag. 39—45). 3) I gjennemfaldende lys er mineralet lys brungult. 4) Det er pleochroitisk i usædvanlig stærk grad; straale $\parallel$ OP er farvet intensiv brungul, $\perp$ OP derimod svag gul, med spor af grön nuance. 5) Udslukningen gaar enten absolut $\parallel$ OP eller danner med OP saa liden vinkel, at nogen afvigelse ikke kan observeres. 6) Interferensfarverne er temmelig livlige. 7) Mineralets habitus i det hele og store er temmelig nöje som hos den i bergarter optrædende meroxen. 8) Ved etsning i tyndslebet præparat med HCl er fundet, at mineralet oplöses i stærk syre, dog adskillig vanskeligere end melilith.

Fig. 33.



Krystaller, store, af melilith, til venstre snit $\parallel$ OP, til höjre snit $\perp$ OP. I mellemrummene sees lange, tynde, blade af glimmer (?); grundmassen er glas med sort sulfid (FeS), se herom senere. (Uren slag fra Königin Maria-Hütte, 1884), $(\frac{50}{1})$.

I de relativt FeO-fattigere slagger sees det samme mineral, men her er det i gjennemfaldende lys næsten farvelöst, med kun svag grön nuance; pleochroismen er svagere, men for övrigt analog med den i den förste slag. Af dette forhold sluttes, at mineralet kun er ganske svagt farvet ved liden FeO-gehalt, derimod stærkere ved relativ stor FeO-gehalt. — Paa grund af fuld overensstemmelse i spaltbarhed, farve, *pleochroisme*, udslukning, habitus og forhold til syre sluttes, at det her omhandlede mineral maa være identisk med en eller anden glimmer (rimeligvis meroxen?).

Da vort mineral sidder paavoxet melilith, maa den sidstnævnte have krystalliseret ud först. Den har da sandsynligvis fortrinsvis lagt beslag paa CaO (og alk.), saa MgO og FeO i det resterende er forholdsvis voxet. Ligeledes har formentlig

ogsaa SiO_2- og Al_2O_3-gehalten voxet, idet nemlig slaggerne fra Königin Maria-Hütte plejer at holde mere SiO_2 og Al_2O_3, end tilfældet er med melilith. MgO-gehalten kan ikke være saa ganske ubetydelig, idet vi nemlig i flere af de FeO-fattigere slagger finder udskildt en del olivin. — Som resultat faaes, at »moderluden», efterat melilith-molekylerne var udskildte af smeltemassen, maa have bestaaet af SiO_2 (i surstofforhold 1 : ca 1.50?) med en hel del Al_2O_3 og MgO samt en del FeO og CaO; under saadanne omstændigheder er det ikke det ringeste usandsynligt, at et glimmer-mineral danner sig [1]).

Den sorte basis bestaar af glas med jernsulfid, se herom senere.

I de to slagger fra lidt uren gang optræder mellem melilith-krystallerne, som allerede berört, en temmelig lys glimmer; i slag fra ren gang sees desuden en hel del olivin (i delvis skeletformige krystaller, lidt længere fremskredne i opbygning end f. ex. de paa fig. 25 angivne).

Af hensyn til de interessante forholde i ren chemisk henseende (se herom senere) skal lidt nöjere omhandles en slag fra *Schisshyttan*, aar 1869 (analyse no. 60). — Overalt i præparatet sees en vrimmel af grönne, ofte udmærket vakre og regelmæssigt opbyggede (Mn, Ca)S-mikrolither, som beskrives ved gjennemgaaelsen af svovl i slagger; her tager vi ikke noget hensyn til dem. — Paa et enkelt sted i præparatet findes en gruppe af vakre melilith-krystaller (i tynde tavler ‡ OP, optisk enaxige, i snit ‡ OP visende sig kvadratiske, altsaa tilhörende det tetragonale system; svag dobbeltbrydning; med de höjst karakteristiske blaagraa interferensfarver; skalformig sammensætning ‡ OP); paa det lille raaderum, hvor de er dominerende, udgjör de ca. en trediedel af den hele masse; resten er glas med de grönne mikrolither.

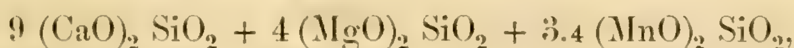
Den allerstörste del af slaggen indtages af et farvelöst, ikke pleochroitisk mineral, med meget levende interferensfarver, i regelen optrædende i saadan mængde, at individerne

---

[1]) Artificiel glimmer er tidligere kun kjendt fra de to slagger fra Kafveltorp og Garpenberg (se pag. 39—45); bemærkes bör, at det aldrig er lykkes de franske mineral-synthetikere at fremstille nogen slags glimmer. —

Tillæg: Efter at afsnittet om glimmer var skrevet færdig og allerede trykt, har jeg fundet glimmer i nok en slag, nemlig en MgO-rig bisilikat-slag fra *Svartnæs*, med sammensætning 56,77 % SiO_2, 5,30 % Al_2O_3, 12,20 % CaO, 22,75 % MgO, 1,63 % MnO, 1,66 % FeO; surstofforhold 1 : 1,92.

ikke har kunnet antage nogen lovmæssig ydre begrænsning. Kun hist og her sees gode krystaller, som viser olivinens former, nemlig $2\breve{P}\infty$, $\infty\bar{P}\infty$ og ∞P. — De ordinære tversnit giver tilkjende dome- eller prisme-flader, som danner vinkel ca. 80° med hinanden, samt et fladepar, som afskjærer det stumpe hjörne. Ved undersögelse under konvergent-polariseret lys er afgjort, at snit af den omtalte habitus staar lodret paa en af bissektrixerne, samt at de optiske axers plan halvverer domets eller prismets stumpe vinkel, altsaa staar normalt paa det begrænsende fladepar. Heraf sluttes, at det sidste maa svare til enten $\infty\breve{P}\infty$ eller $\infty\bar{P}\infty$, ikke til OP, hos olivin, idet de optiske axers plan hos dette minèral falder i basis, endvidere, at det optrædende doma er $2\breve{P}\infty$, idet vinkelen paa toppen er ca. 80°. Krystallerne er i foreliggende tilfælde udtrukne efter a-axen, ikke efter c-axen; som tidligere omtalt, indtræffer det samme ogsaa ved den i afsnittet om olivin (pag. 66) beskrevne CaO-FeO-olivin, som i chemisk henseende er temmelig analog med den her omhandlede. Efter de optiske undersögelser maa mineralet være rhombisk; det synes at have spaltbarhed efter saavel $\infty\breve{P}\infty$, $\infty\bar{P}\infty$ som OP. — Paa de fleste steder indtager vor olivin, naar der ikke tages hensyn til sulfidet (efter skjön ca. 1—2 %) omtrent 90—95 % af den hele masse; heraf fölger, at det maa have en chemisk sammensætning meget nær svarende til selve slaggens. I overensstemmelse hermed finder vi, at slaggen for det förste ligger meget nær singulosilikat (idet den har surstofforhold 1 : 1.08), og dernæst, at Al_2O_3-gehalten er meget ringe, nemlig kun 3.5 %. Den störste, muligens endog den hele, del af sidstnævnte base existerer sandsynligvis i glasset mellem olivinkrystallerne; selve RO-baserne maa altsaa omtrent i sin helhed have gaaet ind i silikat-mineralet. Det sidste bestaar altsaa af ca.



$$9\,(CaO)_2\,SiO_2 + 4\,(MgO)_2\,SiO_2 + 3.4\,(MnO)_2\,SiO_2,$$

naar i MnO er medregnet lidt FeO.

Af forholdene paa grænsen mellem det parti, hvor præparatet kun holder melilith, og det, hvor det kun holder olivin, synes at fremgaa, at de to mineraler har dannet sig samtidig; nogen slags difference i krystallisations-tiden kan ikke paavises.

Af övrige melilith-slagger skal vi kun omtale nogle ældgamle slagger fra *Mägdesprung* og *Luisenthal*, idet disse i tid-

ligere dage (af CREDNER, LEONHARD[1]) o. s. v.) antoges at indeholde »Idokras eller et »Idokras-ähnliches Product». — I Berliner-Bergakademies samlinger fik jeg mig overladt til undersögelse et stykke af en saakaldet Mägdesprunger-Idokras-Schlacke», mærket med H. C. v. LEONHARDS haandskrift som original til hans egen beskrivelse. Makroskopisk sees lyse, grönbrune krystaller, tilsyneladende kubiske, liggende i et brunt glas (dannende »Porphyr-Schlacke»); saavel af krystalformen som af de tidligere original-beskrivelser fremgaar, at det udkrystalliserede mineral rimeligvis tilhörer melilith-gruppen. — I mikroskopisk præparat afgjöres for det förste, at mineralet er optisk enaxigt; da tversnit ∔ OP er firsidige, ikke sekssidige, sluttes, at det tilhörer det tetragonale system. Dobbeltbrydningen er meget svag; i et temmelig skjævt snit, tilnærmelsesvis ∔ OP, blev afgjort, at mineralet er optisk negativt, i saa henseende altsaa overensstemmende med naturlig melilith. Interferensfarverne er dels rent graa, dels graa med blaaligt skjær. Da hertil kommer, at individerne er tavleformig sammensatte efter OP, og at de viser vækstretning fornemmelig efter ∞P, maa det være berettiget at slutte, at vi har for os et led af melilith-skapolith-gruppen, sandsynligvis egentlig melilith.

Ved Freiberger Bergakademie fik jeg anledning til at undersöge en ældgammel slag fra Luisenthal, efter opgivende og efter vedfæstet etikette netop af den sort, som i 1837 blev omhandlet af CREDNER. — For blotte öje sees porfyrisk udskildte krystaller omtrent af terningform, begrænsede af OP, ∞P∞ med ∞P, liggende i brunt glas; dette svarer nöjagtig til CREDNERS beskrivelse. — Ved en chemisk undersögelse paavistes (ved dannelse af gibs), at krystallerne indeholder meget CaO.

I snit ∔ OP afgjöres, at mineralet er tetragonalt, og at dobbeltbrydningen er svag; interferensfarverne er blaa med gul nuance. CREDNER angiver, at der er ganske god spaltbarhed ∔ OP. — Efter dette sluttes, at vi har med melilith at gjöre.

---

[1]) Se H. CREDNER (sen.). »Beschreibung einer kryst. Blauofenschlacke von Luisenthal». N. Jahrb. f. Min. 1837, pag. 647. — Oversigt over den övrige literatur samt originale bemærkninger i K. C. v. LEONHARD »Hüttenerzeugnisse etc.», 1858, pag. 388.

Som fig. 34 udviser, er mineralet sammensat af en hel del tavler ⊥ OP, med begrænsning af $\infty P \infty$ og med udlöbere i hjörnerne efter ∞P (som er den dominerende vækstretning). Krystal överst til venstre paa tegningen er skaaret ⊥ OP, de övrige er skjæve, den nederste nogenlunde ⊥ OP. — Saavel i denne slag som i den foregaaende ligger udskilt et yderst fint sulfid-sölv paa mineral-stængerne.

Begge slagger udmærker sig ved at före en meget betydelig MnO-gehalt (nemlig mellem 11 og 25 % MnO); da det allerede ved syntheser, (se herom paa pag. 110) er paavist, at MnO med lethed gaar ind i melilith, kan uddrages den slutning, at vi her har for os en MnO-rig melilith. — Efter de af RAMMELSBERG udförte analyser (no. 125—127) har glasset og krystal-udsondringerne nöjagtig samme chemiske sammensætning; den ejendommelighed, at melilithen i de to slagger fortrinsvis optræder i porfyrisk udsondrede krystaller, maa altsaa skyldes faktorer af fysisk, ikke chemisk natur.

Fig. 34.



Melilith-krystaller, porfyrisk udsondrede, med sulfid-stöv paahæftet mineral-stængerne, liggende i glas. (Fra Luisenthal, ca. 1838). $(\frac{50}{1})$.

Gehlenit.

Dette mineral, som i naturen hidtil kun kjendes fra Monzoni i Tyrol og Oravicza i Banatet, har under mikroskopet temmelig stor lighed med melilith; de vigtigste differencer er, at gehlenit har spaltbarhed saavel efter OP som efter $\infty P \infty$, medens melilith kun har efter OP, — og at gehlenit (fra Monzoni) har lysegraa interferensfarver med en svag, gulblaa nuance, medens melilithens farver som bekjendt er blaa.

I det tidligere citerede arbejde af J. PERCY (udfört med assistence af D. FORBES og H. MILLER) er meddelt chemisk sammensætning (analyse no. 92) af nogle smaa, gjennemsigtige, tetragonale tavler, optrædende i slag fra *Oldbury*, England. Det betones specielt, at analysen ikke repræsenterer slagmassen

i sin helhed, men derimod selve krystallerne, som blev rensede saa vel, som makroskopisk gjörligt er. At det dog ikke er lykkes at faa absolut ren krystal-substans, ligger i sagens natur; det fremgaar desuden bl. a. af, at analysen udviser 3.38 % CaS.

Forholdet mellem O i SiO_2, Al_2O_3 og RO udtrykkes i foreliggende tilfælde ved 1 : 0.748 : 0.846.

Heraf fremgaar, at mineralet i meget væsentlig grad maa afvige fra melilith, idet denne karakteriseres ved forholdet 1 : 0.333 : 0.667. Derimod har det i chemisk henseende meget stor overensstemmelse med gehlenit, idet denne betegnes ved 1 : 0.75 : 0.75.

Da mineralet, i henhold til krystallografiske undersögelser, tilhörer det tetragonale system, og da vi desuden i dette arbejde paaviser, at der i samtlige basiske, CaO- og Al_2O_3-rige slagger altid danner sig et eller andet led af den store melilith-skapolith-gruppe[1]), maa det være berettiget at slutte, at de omhandlede krystaller enten er aldeles identiske med gehlenit eller staar dette mineral overmaade nær. Det förste er det sandsynligste, da det er bleven paavist af en af de franske mineral-synthetikere, nemlig BOURGEOIS, at gehlenit med lethed konstituerer sig i smeltemasser, og da der endvidere kun kjendes et eneste særdeles basisk og Al_2O_3-rigt led inden den store gruppe; dette ene er netop gehlenit.

I. F. L. HAUSMANN meddeler (se lit.) en af BUNSEN udfört analyse (her opfört som no. 93) af en slag[2]), der næsten udelukkende er bestaaende af tetragonale tavler, fra *Holzhausen* i Hessen. Ogsaa denne stemmer i chemisk henseende, hvad H. specielt betoner, temmelig nöje med gehlenit, idet forholdet mellem O i SiO_2, Al_2O_3 og RO er 1 : 0.757 : 0.652.

Selv har jeg havt anledning til at foretage mikroskopiske undersögelser af to stærkt basiske, Al_2O_3- og CaO-rige slagger (no. 94 og 95), som karakteriseres ved forholdet resp. 1 : 0.681 : 0.591 og 1 : 0.621 : 0.779. (No. 94 er fra *Linthorpe* pr. Middlesbro, aar 1866; no. 95 fra *Clarence* pr. Middlesbro, aar 1879). Begge disse indeholder lidt spinel, resp. ca. 2 og ca. 3 % (efter skjön), som er dannet paa et tidligere stadium end silikat-mineralet.

---

[1]) Naar ikke Al_2O_3-gehalten er altfor höj, thi da maa der, ifölge de franske mineral-synthetikere, dannes anorthit.

[2]) HAUSMANN's undersögelses-methode i sin almindelighed var at plukke ud fritsiddende slag-krystaller og lade dem analysere; det er derfor sandsynligt, at analysen gjælder selve krystal-substansen.

For at faa »moderludens» chemiske sammensætning maa fraregnes den mængde Al_2O_3 og RO, som har medgaaet til spineldannelsen; herved erholdes, at selve silikat-masserne repræsenteres ved

ca. 1 : 0.65 : 0.57 og ca. 1 : 0.56 : 0.78.

Slag fra Clarence bestaar fornemmelig af et tetragonalt mineral, begrænset af OP, ∞P∞, ∞P (den sidste rent underordnet); dets interferensfarver er blaagraa, altsaa lignende melilithens, men paa den anden side dog heller ikke i særdeles væsentlig grad differerende fra den, som karakteriserer gehlenit fra Monzoni. — I snit, som gaar nöjagtig ∓ OP, træder de to punkter, hvori den optiske axe deler sig ved indskyvelse af ¼-bölgelængdes glimmerblad, ud udenfor synsfeltet ɔ: dobbeltbrydningen er svag; i lidt skjævt skaarne snit er afgjort, at mineralet er optisk negativt, altsaa i saa henseende overensstemmende med gehlenit, vistnok ogsaa med naturlig melilith.

I de ordinære, tavleformige snit, nogenlunde ∓ OP, sees meget god spaltbarhed efter OP, desuden daarlig spaltbarhed efter en flade ⊥ OP. Studium af snit ∓ OP udviser, at den sidstnævnte spalteretning gaar parallel med den dominerende sidekant, som vi her, i overensstemmelse med, hvad tidligere er gjort, opfatter som ∞P∞.

Efter den sidste iagttagelse er det sandsynligt, at der her foreligger gehlenit, ikke melilith; denne formodning bekræftes endvidere ved studium af slaggens chemiske sammensætning. — Naar der ikke tages hensyn til den forhaanden-værende mængde spinel og sulfid, indtager det tetragonale mineral, i alle fald paa enkelte steder, mindst 85—90 % af den hele masse; resten er glas. — Selve moderluden (nemlig slaggen ÷ spinellerne) holder lidt over 20 % Al_2O_3, det udkrystalliserede mineral förer rimeligvis en tilsvarende gehalt. I minimum maa det have optaget i sig ca. 16—17 % Al_2O_3, idet det erindres, at den ringe mængde glas, som ligger mellem krystallerne, ikke kan bestaa af Al_2O_3 alene, da det foruden Al_2O_3 maa holde ganske betydelige mængder af SiO_2 og CaO. Som resultat faar vi altsaa, at den forbindelse, som har dannet sig, maa karakteriseres ved en större Al_2O_3-gehalt, end tilfældet er med melilith ɔ: mineralet maa rimeligvis være identisk med gehlenit.

Det i slag fra Linthorpe, 1866, (analyse no. 94) optrædende tetragonale mineral, som er udviklet i tynde tavler ∓ OP, har nöjagtig de samme svagt blaagule interferensfarver som gehleniten fra Monzoni; endvidere synes det foruden spaltbarhed ∣ OP ogsaa at have spaltbarhed ∓ ∞ P ∞. Da slaggen desuden er starkt basisk (surstofforhold 1 : ca. 0.82, naar spinel er fraregnet), og da Al_2O_3-gehalten er usædvanlig stor, kan det med næsten fuld sikkerhed sluttes, at der her ikke foreligger melilith, men derimod gehlenit. — Efter skjön udgjör dette mineral kun 25—30 % af den hele masse; resten er fornemmelig glas med sulfid og spinel. Et snart i glas fritliggende, snart paa gehlenit paavoxet mineral, som har levende interferensfarver, og som synes at være rhombisk, er antagelig identisk med olivin, da det synes være begrænset af ∞ P̆ ∞, 2P̆ ∞, ∞ P; det optræder altid i saa smaa individer, at sikker bestemmelse ikke kan finde sted.

I vore övrige, stærkt Al_2O_3-rige, CaO-förende slagger, nemlig no. 89 og 90, med resp. 29.31 og 24.12 % Al_2O_3, kan man ikke vente at finde gehlenit, idet surstofforholdet (resp. 1 : 1.05 og 1 : 0.98) angiver, at der her skal danne sig et rent singulosilikat-mineral, altsaa melilith. Gehlenit forudsætter til sin dannelse for det förste en særdeles betydelig Al_2O_3-gehalt og dernæst, at der er lidet SiO_2 tilstede (som ved surstofforhold ca. 1 : 0.50 til ca. 1 : 0.80).

Nyt, CaO- og SiO_2-rigt, tetragonalt mineral (rimeligvis led i *melilith-skapolith*-gruppen).

I en del slagger af surhedsgrad ca. 1 : 1.40, med lidet Al_2O_3 og meget CaO i forhold til MgO (se analyse no. 96—98) optræder et *tetragonalt, optisk positivt* mineral, som ikke er identisk med melilith, skapolith eller noget andet fra naturen tidligere kjendt mineral; det synes at indgaa som nyt led i den store *melilith-skapolith*-gruppe. — Omtrent paa nöjagtig samme maade viser det sig i de tre slagger no. 96—98 (fra resp. *Hofors*, *Löfsjöen* og *Molnebo*, med surstofforhold 1 : 1.48, 1.46 og 1.42, alle med næsten nöjagtig lige meget CaO i forhold til MgO o. s. v.).

Slag fra *Hofors*, *1867*, er gjennemskinnelig, lysegraa med svag gulgrön nuance, synes makroskopisk at bestaa af en hel

del store krystaller, som er sammensatte af nogenlunde parallelt ordnede subindivider. — I mikroskopisk præparat af selve slagmassen iagttages et farvelöst, gjennemsigtigt, ikke pleochroitisk mineral, som i gjennemsnit viser sig som lange, tynde lister, hvoraf næsten altid flere ligger indbyrdes omtrent parallelt orienterede, den ene ovenpaa den anden. Under krydsede nikols slukker listerne altid ud parallel længderetningen. Paa enkelte steder findes individer, som ved krydsede nikols forbliver mörke under hel omdrejning; ved konvergent-polariseret lys lader det sig her afgjöre, at vort mineral er *optisk enaxigt* og *optisk positivt;* subindividernes begrænsning samt spaltbarheden angiver, at det er *tetragonalt*, ikke hexagonalt. — Efter symetrien sluttes, att mineralet enten maa være udviklet i stænger, ǂ c, eller i tavler, ǂ OP; for at faa afgjort, hvilken af disse to fald i virkeligheden indtræder, blev slebet orienteret præparat, parallel sammensætningsfladen, af en individ-gruppe, som udsloges af slagmassen. Snittet, som sees at være tavleformigt, staar lodret paa den optiske axe ɔ: mineralet er opbygget af tynde tavler ǂ OP. — I det samme snit observeres endvidere, at hver enkelt af de store tavler egentlig er sammensat af en hel del nogenlunde parallelle subindivider, som viser vel markerede krystalbegrænsningslinjer (efter ∞P∞ og ∞P); desuden giver sig tilkjende for det förste en udmærket god spaltbarhed i to lodret paa hinanden staaende retninger og dernæst et sæt ridslinjer, som ligger diagonalt (symetrisk) mod den udprægede spaltbarhed. Denne gaar parallelt med den flade i vertikal-zonen, som spiller den störste rolle; vælger vi, i overensstemmelse med, hvad tidligere er gjort, at betegne denne med ∞P∞, saa maa samme formel ogsaa gjælde for den gode spaltbarhed. De diagonalt gaaende rids, som efter dette maa betegnes ved ∞P, er rimeligvis at opfatte som glideflader; forövrigt har de stor lighed med ∞P∞-spaltbarheden, kun at de ikke er fuldt saa fremtrædende. — I præparat af slagmassen kan iagttages, at der ogsaa ǂ OP synes at gaa en ganske god spaltbarhed (som ikke maa forveksles med subindividernes sammensætningsflader).

Mineralet har temmelig stærk lys-absorbtion. Interferensfarverne viser sig i præparater af alle tre slagger gjennemgaaende at være ren, monoton graa; ikke engang spor af brogede farver sees nogensinde (i præparat af ordinær tykkelse);

heller ikke mærkes nogen tendens til melilithens typisk blaa nuance. — Vort mineral har adskillig stærkere dobbeltbrydning end melilith, idet nemlig de to punkter, hvori den optiske axe oplöser sig ved indskyvelse af $\frac{1}{4}$-bölgelængdes glimmerblad, træder ud inde i synsfeltet, om end lige i kanten, ved mikroskopisk præparat af vanlig tykkelse, noget, som aldrig er tilfælde med melilith.

Slag fra *Molnebo i Westmanland, 1866*, bestaar makroskopisk af krystallinsk kjærne med temmelig tykt overfladeglas; inde i det sidste ligger, i krans om det indre, stenagtige parti, en mængde smaa, udmærket vakre krystaller, nemlig tynde, kvadratiske tavler, med fladerne OP, $\infty P \infty$, ∞P (den sidste i underordnet grad). — Slag fra *Löfsjöen*, $\frac{31}{1}$ *1876*, har krystallinsk kjærne med tyndt overfladeglas, viser ogsaa allerede makroskopisk kvadratiske tavler.

I mikroskopiske præparater af disse slagger kan gjöres omtrent nöjagtig de samme iagttagelser angaaende det tetragonale mineral som i den förrst beskrevne slag; kun er mineralet i de to sidste udviklet i mindre individer, saa det mikroskopiske studium er besværligt. — Efter skjön er der i slaggen fra Hofors tilstede ca. 60—65 % udkrystalliseret mineral, i de to andre ca. 50 %; resten er hovedsagelig glas. (I den förstnævnte ligger der hist og her inde i glasset mellem det tetragonale minerals tavler nogle temmelig smaa mikrolither, sandsynligvis af olivin; slag fra Molnebo holder paa enkelte steder krystallinske udsondringer, yngre dannede end det tetragonale mineral, af et mineral med meget levende interferensfarver, augit(?)). — I slag fra Hofors er de enkelte tavler hyppig 3—5 mm. brede (efter OP), men kun ca. 0.1 mm. tykke (efter c); oftest ligger 5—10 tavler ovenpaa hinanden, adskildte ved lidt glas, dannende en krystal-gruppe eller -stok. I de andre slagger er dimensionerne mindre.

Det mineral, som spiller hovedrollen i de tre her omhandlede slagger, er hverken identisk med melilith eller gehlenit paa den ene side eller med skapolith paa den anden. — Allerede flygtigt blik paa analyserne udviser, at vi ikke kan have med gehlenit at gjöre; denne danner sig nemlig kun i stærkt basiske og stærkt Al_2O_3-rige smeltemasser. Derimod

kunde det paa forhaand synes rimeligt, at vi egentlig skulde have for os en melilith, iklædt en lidt extraordinær habitus. Saa kan dog ikke være tilfælde, idet vort mineral saavel krystallografisk som chemisk adskiller sig fra den egentlige melilith. De vigtigste difference-punkter er fölgende: vort mineral har udmærket god spaltbarhed efter $\infty P \infty$ og glideflader (spaltbarhed?) efter ∞P, desuden ogsaa spaltbarhed efter OP(?), medens melilith kun har spaltbarhed efter OP; det har meget stærkere dobbeltbrydning end melilith; det har en ren graa interferensfarve, medens melilith altid eller i regelen karakteriseres ved typisk blaa farver. Hertil kommer som det vigtigste moment, at vore tre slagger i chemisk henseende maa staa temmelig fjernt fra melilith. Tidligere er seet, at den sidstnævnte forbindelse vistnok kan krystallisere ud i smeltemasser med kun ca. 3.5 %[1]) Al_2O_3 (cfr. slag fra Schisshyttan, pag. 120, no. 60), men her kan det kun danne sig i ringe mængde, idet den forhaanden-værende Al_2O_3-gehalt snart konsumeres. I vore slagger derimod spiller det tetragonale mineral i kvantitativ henseende en meget væsentlig rolle, idet det udgjör resp. ca. 60—65 % og ca. 50 % af den hele masse. — Ifölge den almindelig antagne formel holder melilith 14.53 % Al_2O_3, noget, som ogsaa stemmer med de paa pag. 137 anförte analyser. En smeltemasse, som förer ca. 60 % melilith, maa altsaa i minimum, ɔ: naar den hele Al_2O_3-gehalt er indgaaet i det sig dannende mineral, före $\frac{14.53 \cdot 100}{60} = 8.72$ % Al_2O_3, medens vi i vore tre slagger kun finder resp. 4.57, 6.92 og 6.50 % Al_2O_3. Af dette rent kvantitative argument sluttes, at vort mineral ikke kan före saa meget Al_2O_3 som melilith ɔ: det kan ikke være identisk med denne. — Medens melilith, med de typiske blaa interferensfarver, kun synes at danne sig i smeltemasser, som ligger singulosilikat meget nær, krystalliserer vort nye mineral, saavidt hidtil vides, gjennemgaaende kun ud i de SiO_2-rigere smeltemasser.

---

[1]) Paa dette enkelte tal maa ikke bygges altfor vidtrækkende slutninger, idet analysen, som kun angiver bestanddelene med et decimaltal, kan være noget unöjagtig, og idet melilith kun er dannet paa et eller et par steder i præparatet, hvor der muligens kunde have været en Al_2O_3-koncentration, medens hovedmassen udgjöres af en CaO-, MnO-, MgO-olivin.

Heraf vil man rimeligvis ledes til den forestilling, at vi skulde have for os egentlig skapolith [1]); denne opfatning vilde förelöbig kunne stöttes ved den omstændighed, at vort mineral, paa samme maade som skapolith, har god spaltbarhed efter $\infty P \infty$ og glideflader (spaltbarhed?) efter ∞P. — Skapolith har formel $(RO)_3\ (Al_2O_3)_2\ (SiO_2)\frac{9}{2} \cdot n$; eftersom n antages at være $= 1.00$, 1.33 eller 1.67, blir Al_2O_3-gehalten resp. $= 32.0$, 28.1 og 25 %. Da de slagger, hvori vort mineral optræder, kun holder 4—7 % Al_2O_3, kan mineralet (cfr. den tidligere udvikling) paa grund af mangel paa Al_2O_3 endnu mindre være skapolith end melilith. — Ogsaa i mineralogisk henseende er der store uligheder mellem skapolith og vort her omhandlede mineral: det förste er altid lang-söjleformigt, det andet derimod altid tynd-tavleformigt; det förste har levende interferensfarver og er optisk negativt, det andet har matte interferensfarver og er optisk positivt.

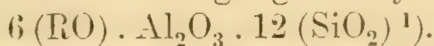
Det sidstnævnte moment vil vi, paa undersögelsens nuværende stadium, ikke tillægge særdeles stor betydning; de naturlige melilither og skapolither er vistnok, med undtagelse af sarkolith, altid optisk negative, men derimod vides ikke med sikkerhed, om de kunstige forbindelser i denne henseende altid er ganske identiske med de naturlige. Tidligere er omtalt, at det tetragonale mineral (resp. melilith og gehlenit) i slag no. 90 og 95 sandsynligvis er optisk negativt, men paa den anden side er det tetragonale mineral, som efter overensstemmelse i spaltbarhed antages at være identisk med melilith, i slaggerne fra Königin Maria-Hütte og fra en kokes-masovn i Pennsylvanien paavist at være optisk positivt. Hertil kommer, at man, ifölge Bourgeois, skal erholde et tetragonalt, optisk *positivt* mineral, naar den i naturen optisk *negative* mejonit omsmeltes. — Da naturlig melilith kun har yderst svag dobbeltbrydning, behöves ikke store variationer i optisk henseende, forinden dobbeltbrydningens art gaar over fra at være negativ til at blive positiv; for analogiens skyld vil vi minde om, at et nogenlunde tilsvarende tilfælde har vi tidligere omtalt under olivin: naar vinkelen mellem de optiske axer hos dette mineral voxer om et par grader, gaar den axe, nemlig brachyaxen, som tidligere svarede til den spidse bissektrix, over til at svare til den stumpe.

---

[1]), som altid eller jævnlig holder mere SiO_2, end singulosilikatet angiver, se pag. 109.

Af de tre analyser (no. 96—98) aflæses, at 1) vort mineral rimeligvis har surstofforhold 1 : 1.333 eller 1 : 1.500; da det synes, at netop det samme mineral ogsaa optræder i slagger med surstofforhold 1 : 1.32, 1 : 1.36 og 1 : 1.38 (se herom senere), og da desuden augit danner sig i smeltemasserne, strax surstofforholdet voxer over 1 : 1.50, maa vi gaa ud fra, at vort nye tetragonale led sandsynligvis karakteriseres ved surstofforhold 1 : 1.333. 2) CaO er den dominerende RO-base; ved voxende MgO-gehalt krystalliserer nemlig ud olivin (se oversigtstabellen). 3) Al_2O_3 indgaar enten aldeles ikke eller kun i ringe mængde, nemlig i höjden som efter forholdet 1 Al_2O_3 : 4 RO.

Mineralets formel maa fölgelig sandsynligvis være



$$6\,(RO)\,.\,Al_2O_3\,.\,12\,(SiO_2)$$ [1].

Af mange grunde er det naturligt, at vort mineral maa indgaa som led i melilith-skapolith-gruppen: det er tetragonalt, udviklet i tavler efter basis (som melilith), med spaltbarhed efter $\infty P \infty$ og OP(?) (som skapolith paa den ene side, melilith paa den anden), med matte interferensfarver (nogenlunde som melilith); endelig karakteriseres det ved CaO-basen og krystalliserer ud i Al_2O_3-förende, nogenlunde SiO_2-rige smeltemasser. I de mere basiske, CaO-rige slagger danner sig altid et eller andet led af vor gruppe; det vilde derfor være en paafaldende tilfældighed, om det mineral, som konstitueres i lidt surere slagger, skulde være tetragonalt uden at være homöomorft med de övrige, i chemisk henseende nærstaaende, tetragonale slag-mineraler. — Ikke i nogen af vore tre slagger findes frit udviklede krystaller, altsaa heller ikke individer, som viser pyramide- eller dome-flader; det axeforhold, som er bestemmende for vort mineral, kan altsaa ikke angives; i det fölgende skal dog omtales en iagttagelse, som antyder, at mineralet i geometrisk henseende maa være nogenlunde analogt med melilith.

Fra *Sandviken*, vaaren *1884*, har jeg lejlighedsvis faaet mig tilstillet nogle slagger, som i druserum indeholder i frit udviklede krystaller samtidig i samme stuf saavel augit som et

[1]) Denne forbindelse har samme SiO_2-gehalt som egentlig skapolith efter G. v. RATH's formel.

tetragonalt mineral. Af denne omstændighed fremgaar, at slaggerne i chemisk henseende maa ligge paa grænsen mellem augit- og tetragonal-slaggerne, ɔ: at de maa have surstofforhold ca. 1 : 1.50—1 : 1.55, og at de maa indeholde overvejende meget CaO i forhold til MgO med MnO og FeO [1]). — Augiten, som viser andre opbygningsretninger end de vanlige, omtales senere; her skal vi kun beskjæftige os med det tetragonale mineral.

Dette viser sig hist og her i frit udviklede, kvadratiske tavler, begrænsede af OP . ∞P∞ [2]), med lidt afstumpning paa hjörnerne af ∞P; tavlerne har indtil 2.25 cm. lange sider, men er kun ca. 0.1—0.2 cm. tykke. Paa overfladen er de belagte med smaa augit-skjæl. Mikroskopisk præparat ⊥ c godtgjör, at de store krystaller er sammensatte af en mængde, yderst tynde subindivider, som ligger nogenlunde parallelt paa hinanden, adskilte ved glas og ved smaa individer af augit(?). I snit parallel OP afgjöres, at mineralet er optisk enaxigt, positivt, samt at dobbeltbrydningen er temmelig stærk; de enkelte subindivider viser sig, aldeles som i slag fra Hofors, meget skarpt begrænsede af ∞P∞. Subindividerne er saa yderst smaa, at nogen spaltbarhed ikke kan iagttages. — Da mineralet er tetragonalt, udviklet i meget tynde tavler, optisk positivt, nogenlunde stærkt dobbeltbrydende, visende ren graa interferensfarver, uden spor af blaa nuance, og da det desuden er dannet i en smeltemasse af surstofforhold temmelig nöje 1 : 1.50, maa det være berettiget at slutte, at det er identisk med vort nye, CaO- og SiO_2-rige led i melilith-skapolithgruppen.

[1]) Forholdet mellem CaO og MgO mm. kan mere detailleret bestemmes ved fölgende to grænser: Der maa være mere MgO end efter proportionen CaO : MgO = ca. 4, thi ellers maatte det hexagonale kalksilikat have krystalliseret ud; paa den anden side maa der være mere CaO end efter proportionen CaO : MgO = ca. 1,25, thi ellers maatte olivin have dannet sig. Vi kan altsaa allerede af de optrædende mineraler temmelig nöje angive slaggens chemiske sammensætning. — Til sammenligning meddeles analyse (no. 83) af en slag fra Sandviken, aar 1870: i et mikroskopisk præparat af denne sees formentlig vort nye, CaO- og SiO_2-rige mineral samt augit, men paalidelig bestemmelse kan ikke finde sted, da individerne er smaa og utydelige. Sikkert er, at det hexagonale mineral ikke optræder.

Analyse no. 83.

SiO_2	47,72.
Al_2O_3	3,37.
CaO	37,52.
MgO	8,73.
MnO	1,75.
FeO	0,50.
Sum	99,59.

[2]) Her som ellers vælger vi at betegne den mest fremtrædende flade i c-zonen med ∞P∞.

I en af slagstufferne sees to meget store krystaller at gjennemvoxe hinanden paa en tilsyneladende lovmæssig maade, formentlig dannende en tvilling (gjennemkrydsnings-tvilling). Skjæringslinjen mellem de to individer er, saavidt det kan sees, nöjagtig parallel med en af kvadraternes sider, altsaa med den formodede $\infty P \infty$. Ifölge en hel del aflæsninger (med anlægs-goniometer) maaltes böjningsvinkelen mellem de to individer at være: $46\frac{1}{2}°$, $47°$, $48°$, $49°$, $49°$, $50°$; det sandsynlige middel er $48\frac{1}{2}°$, den halve vinkel altsaa $24\frac{1}{4}°$. — Hvis der i virkeligheden foreligger en tvilling og ikke kun en tilfældig sammenvoxning, saa maa tvillingplanet for det förste ligge i zone med den dominerende sidekant, altsaa med den flade, som vi har valgt at betegne med $\infty P \infty$, og dernæst maa det danne vinkel ca. $24\frac{1}{4}°$ (eller $65\frac{3}{4}°$) med OP. Hvis vi gaar ud fra, at vort mineral har samme axeforhold som melilith, erholdes, under de givne forudsætninger, at tvillingplanet maa svare til et doma $nP \infty$, hvor n er $= 0.9905$ (eller 4.881); da vore maalinger kun er rent approximative, slutter vi, at planet i virkeligheden skal udtrykkes ved $P \infty$. — Da dette er en meget enkel form, bestyrkes den antagelse, at vi har for os en tvilling. Desuden kan vi ogsaa uddrage den slutning, at vort mineral, hvis forudsætningerne er rigtige, i geometrisk henseende maa være homöomorft med de fra naturen kjendte melilith- og skapolith-mineraler.

I det fölgende skal vi beskrive en del slagger, hvori formentlig det samme nye tetragonale mineral optræder, om end ikke fuldt saa typisk udviklet som i de tre först omhandlede fald.

Slag fra *Domnarfvet*, *1879*, (analyse no. 99) sees allerede makroskopisk at indeholde tetragonale tavler; under mikroskopet viser det sig, at disse udgjör mindst ca. 60 % af den hele masse; resten er glas. — Det afgjöres for det förste, at det optrædende mineral er optisk enaxigt (idet det i snit $\neq$ OP viser kors under krydsede nikols og ved konvergent-polariseret lys), tetragonalt og begrænset af OP og $\infty P \infty$; efter disse iagttagelser vilde man tidligere rimeligvis uden videre have indregistreret det under melilith, men vi skal se, at dette ikke kan være berettiget. — For det förste har mineralet ikke melilithens blaa interferensfarver, men derimod de monotone, ren graa farver, som karakteriserer vort nye, CaO- og SiO_2-rige led i gruppen; dernæst iagttages, at det er optisk

positivt, og at i snit ca. ⫩ OP de to punkter, hvori den optiske axe deler sig ved indskyvelse af ¼-bölgelængdes glimmerblad, træder ud inde i synsfeltet, selv naar præparatet er meget tyndt ɔ: dobbeltbrydningen er nogenlunde stærk. Endelig synes mineralet at have spaltbarhed saavel efter OP som ∞ P ∞; det stemmer altsaa ogsaa i saa henseende med den SiO_2-rige varietet.

Da der til disse rent krystallografiske observationer kommer den omstændighed, at slaggen fra Domnarfvet, 1879, i chemisk sammensætning staar nær de fra Hofors, Löfsjöen og Molnebo, idet den har surstofforhold 1 : 1.32 (altsaa meget nær 1 : 1.333, som antagelig repræsenterer vort nye led), medens den derimod er en del surere end de egentlige melilithslagger, er det berettiget at slutte, at det tetragonale mineral her sandsynligvis maa være identisk med det nye led og ikke med den egentlige melilith.

Slag fra *Forsbacka, juni 1879*, (analyse no. 100) er grön, temmelig grovkrystallinsk, viser sig makroskopisk at holde store blade, tilsyneladende med kvadratisk begrænsning. — Under mikroskopet sees flere mineraler: hovedrollen i kvantitativ henseende spiller et mineral, der i gjennemsnit oftest viser sig i grupper af lange, tynde, rektangulært begrænsede lister; saavel af forholdene i præparatet som af slaggens makroskopiske habitus sluttes, at i virkeligheden er mineralet udviklet i tynde tavler, ikke i lange stave. — Det slukker altid ud nöjagtig parallel længderetningen, maa altsaa tilhöre enten det rhombiske eller et af de optisk enaxige systemer; da det for det förste viser kvadratisk begrænsning, og da det dernæst aldrig lykkedes at finde snit, hvor udslukningen differerede det allerringeste fra at fölge længderetningen, udledes som det sandsynlige resultat, at det i virkeligheden er tetragonalt; i saa fald er det tavleformig efter OP og forövrigt begrænset af ∞P∞ (og ∞P?). Det har spaltbarhed saavel efter OP som efter en flade i vertikal-zonen, rimeligvis ∞P∞; interferensfarverne er altid matte, af den ren graa nuance, som karakteriserer vort nye, CaO- og SiO_2-rige led i melilith-rækken. — Mellem tavlerne af dette mineral, som kan skjönnes at have krystalliseret tidligere ud end de andre, ligger der en del lange krystaller af augit(?) samt tavler af melilith, de sidste med de typiske blaa interferensfarver.

Efter al sandsynlighed er det först beskrevne mineral identisk med det nye, CaO- og SiO_2-rige led i melilith-skapolith-gruppen, idet det synes at være tetragonalt, udviklet i tynde tavler $\parallel$ OP, med spaltbarhed $\parallel$ OP og ∞P∞ (eller ∞P), og med de samme graa interferensfarver; endelig stemmer slaggens chemiske sammensætning temmelig nöje med no. 96—98. At det ikke er ordinær melilith, sluttes uden videre af, at sidstnævnte mineral ogsaa optræder i den samme slag, men visende sig paa en ganske anden maade. — Endelig er der i slaggen tilstede lidt glas og en del fint sulfidstöv.

Ogsaa i slag fra *Långshyttan, 1879,* (analyse no. 101) synes det först udkrystalliserede mineral at have de samme egenskaber som det nye, CaO- og SiO_2-rige melilith-led; slaggens hovedmasse indtages af augit(?).

I de resterende tre slagger (fra *Hellsjö,* 15/2 *1878, Dådran, 1872,* og *Finnbo, 1880*) optræder ogsaa, saavidt det kan afgjöres, et tetragonalt mineral, men da dette ikke med tilnærmelsesvis sikkerhed kan henföres til noget bestemt af de led af melilith-skapolith-gruppen, som vi nys har paavist i vore slagger, beskriver vi dem tilslut for sig alene.

Slag fra *Hellsjö,* 15/2 *1878,* (analyse no. 102) bestaar af grönt glas med gul, krystallinsk kjærne; inde i glasset ligger smaa, tilnærmelsesvis kvadratiske, krystaller, saavidt det kan sees begrænsede af OP . ∞P∞, med lidt afstumpning af ∞P. — Under mikroskopet sees mineralet at være klart, farvelöst, optisk enaxigt, kvadratisk, bestaaende af tynde tavler; lys-absorbtionen er saa stærk, at undersögelse under krydsede nikols i parallel-polariseret lys er omtrent umulig. — Hist og her iagttages nogle smaa mikrolither af et mono- eller a-symetrisk mineral, med levende interferensfarver; udslukning indtil ca. 40 , ofte med fjærformig opbygning omtrent som hos vanlig augit; saavel efter disse iagttagelser som efter slaggens chemiske sammensætning (surstofforhold 1 : 1.435) sluttes, at det sidstnævnte mineral rimeligvis er augit.

Slag fra *Dådran, 1872,* (analyse no. 103) bestaar af krystallinsk kjærne af intensiv grön farve (begrundet i MnS-mikrolither o. s. v.) med et brunt glas; i det sidste ligger

jævnlig porfyrisk udsondrede krystaller, altid med omtrent retvinklig begrænsning. I druserum i den krystallinske del sidder kvadratiske tavler, opbyggede aldeles som vanlig melilith. — Under mikroskopet sees dels et lyst mineral, ofte sammensat af parallelle tavler, i enkelte snit gitterformig opbygget, med graa interferensfarver, meget stærk lys-absorbtion, sandsynligvis tetragonalt(?), og dels et olivin-lignende mineral, altid i meget smaa individer, med levende interferensfarver; da sikker bestemmelse ikke kan finde sted, gaar vi ikke ind paa nöjere detail-beskrivelser.

I slaggen fra *Finnbo*, *1880* (analyse no. 104) — som holder de vakre mangansulfid-mikrolither o. s. v., se herom senere — iagttages makroskopisk krystaller af tilsyneladende kvadratisk tavleform; gjennemsnit af disse viser gitterformig opbygning. Mineralet har lyse interferensfarver, men saa stærk lys-absorbtion, at det ikke kan bestemmes med sikkerhed.

Om den indbyrdes relation mellem de enkelte led inden melilith-skapolith-mineralernes gruppe, se senere (under afsnittet om de chemiske resultater).

Analyse af *melilith-slagger*, efter egne undersögelser.

	No. 85.	No. 86.	No. 87.	No. 88.
SiO_2	39,45	35,54	34,32	30,08
Al_2O_3	10,70	9,10	12,11	15,13 *)
CaO	36,42	34,05	42,19	35,46
MgO	2,34	5,36	2,82	12,33
MnO	1,95	10,37	4,17	0,59
FeO	6,04	0,11	0,26	0,47
K_2O	1,79	?	0,32	—
Na_2O	—	?	1,14	—
CaS	1,05	4,75	3,33	5,72
Sum	99,74	99,28	100,60	99,78

Surstofmængderne i:

	No. 85.		No. 86.		No. 87.		No. 88.	
O i SiO_2	21,04		18,95		18,30		16,04	
» » Al_2O_3	4,96		4,24		5,64		7,05	
» » CaO	10,41		9,70		12,05		10,13	
» » MgO	0,94		2,12	14,14	1,13		4,13	15,29
» » MnO	0,43	13,42	2,30		0,94	14,52	0,13	
» » FeO	1,34		0,02		0,06		0,10	
» » alk.	0,31		—		0,34		—	
Surstofforh.	1 : 1,14		1 : 1,03		1 : 0,91		1 : 0,72 *)	

	Glasrige melilith-slagger.			Oliv. & melil.
	No. 89.	No. 90.	No. 91.	No. 60.
SiO_2	43,37	39,68	39,4	36,5
Al_2O_3	29,31	24,12	7,5	3,5
CaO	15,48	30,33	43,1	31,4
MgO	8,25	3,17	0,2	10,0
MnO	2,38	0,18	6,7	14,5
FeO	0,50	0,34	spor	0,5
K_2O	—	0,48	—	—
Na_2O	—	0,62	—	—
CaS	—	0,74	3,2	3,1
Sum	99,29	99,66	100,1	99,5

Surstofmængderne i:

	No. 89.	No. 90.	No. 91.	No. 60.
O i SiO_2	23,13	21,16	21,01	19,5
» » Al_2O_3	13,66	11,24	3,50	1,6
» » CaO	4,42 ⎫	8,67 ⎫	12,31 ⎫	9,0 ⎫
» » MgO	3,30 ⎬ 8,37	1,27 ⎪	0,08 ⎬ 13,90	4,0 ⎬ 16,4
» » MnO	0,54 ⎪	0,04 ⎬ 10,33	1,51 ⎪	3,3 ⎪
» » FeO	0,11 ⎭	0,08 ⎪	spor ⎭	0,1 ⎭
» » alk.	—	0,22 ⎭		—
Surstofforh.	1 : 1,05	1 : 0,98	1 : 1,21	1 : 1,08

Analyse af *gehlenit-slagger*, ɔ: slagger, förende et tetragonalt mineral, hörende til melilith-skapolith-grupper, sandsynligvis identisk med *gehlenit*.

	No. 92.	No. 93.	No. 94.	No. 95.	Normal gehlenit.
SiO_2	28,32	32,22	35,10	31,40	30,69
Al_2O_3	24,24	27,81	27,35 [1])	22,32 [1])	26,34
CaO	40,12	17,35	28,14	30,92	42,97
MgO	2,79	5,57	7,04	10,02	—
MnO	0,07	2,67	0,24	0,96	—
FeO	0,27	—	0,75	0,03	—
Na_2O	—	11,30	—	1,17	—
K_2O	0,64	3,05	—	0,12	—
CaS	3,38	—	(Meget)	3 85	—
Sum	100,09	99,97	98,62	100,79	100,00

Surstofmængderne i:

	No. 92.	No. 93.	No. 94.	No. 95.
O i SiO_2	15,10	17,18	18,72	16,75
» » Al_2O_3	11,30	13,00	12,75	10,40
» » CaO	11,46 ⎫	4,94 ⎫	8,04 ⎫	8,83 ⎫
» » MgO	1,12 ⎪	2,23 ⎪	2,81 ⎬ 11,07	4,00 ⎪
» » MnO	0,02 ⎬ 12,77	0,59 ⎬ 11,20	0,05 ⎪	0,22 ⎬ 13,38
» » FeO	0,06 ⎪	— ⎪	0,17 ⎭	0,01 ⎪
» » alk.	0,11 ⎭	3,44 ⎭	—	0,32 ⎭
Surstofforh.	1 : 0,62	1 : 0,71	1 : 0,79 [1])	1 : 0,71 [1])

Analyse af slagger, som indeholder et fra naturen hidtil ikke kjendt, *CaO- og SiO-rigt led* i melilith-skapolith-gruppen.

	No. 96.	No. 97.	No. 98.	No. 99.*)	No. 100.*)	No. 101.*)
SiO_2	46,32	46,86	45,92	43,85	43,51	46,50
Al_2O_3	4,57	6,92	6,50	8,34	3,92	12,90
CaO	34,05	33,37	31,85	35,00	40,82	32,07
MgO	10,25	9,70	7,82	7,81	5,80	6,75
MnO	2,68	1,11	5,31	2,43	3,22	0,58
FeO	0,52	0,89	2,85	0,90	0,78	0,90
CaS	0,76	0,96	—	—	0,63 [2])	—
Sum	99,15	99,81	99,75	98,33	99,12	99,70

Surstofmængderne i:

	No. 96.		No. 97.		No. 98.		No. 99.		No. 100.		No. 101.	
O i SiO_2	24,70		24,99		24,23		23,38		23,21		24,80	
» » Al_2O_3	2,13		3,22		3,03		3,88		1,83		6,01	
» » CaO	9,73	14,55	9,53	13,86	9,10	14,06	10,00	13,87	11,66	14,97	9,16	12,19
» » MgO	4,10		3,88		3,13		3,12		2,32		2,70	
» » MnO	0,60		0,25		1,20		0,55		0,73		0,13	
» » FeO	0,12		0,20		0,63		0,20		[2]) 0,17		0,20	
Surstofforh.	1 : 1,48		1 : 1,46		1 : 1,42		1 : 1,32		1 : 1,38		1 : 1,36	

FeO- eller MnO-rige slagger, förende et tetragonalt mineral, sandsynligvis det nye, *CaO- og SiO_2-rige led* i melilith-skapolith-grupper.

	No. 102.	No. 103.	No. 104. *)
SiO_2	47,00	42,31	39,96
Al_2O_3	10,90	5,95	6,77
CaO	28,40	29,57	26,06
MgO	6,95	10,58	7,14
MnO	1,65	9,50	15,68
FeO	5,10	0,40	0,79
K_2O	—	0,37	—
Na_2O	—	0,56	—
CaS	—	0,34	—
Sum	99,90	99,58	99,40

*) I no. 99—101 er bestemmelsen ikke absolut sikker.

Surstofmængderne i:

	No. 102.		No. 103.		No. 104.	
O i SiO_2	25,07		22,57		21,31	
» » Al_2O_3	5,08		2,77		3,15	
» » CaO	8,11		8,45		8,30	
» » MgO	2,78	12.39	4,23		2,85	14,86
» » MnO	0,37		2,14	15,11	3,53	
» » FeO	1,13		0,09		0,18	
» » alk.	—		0,20		—	
Surstofforh.	1 : 1,435		1 : 1,26		1 : 1,18	

Analyse af *melilith-slagger*, tagne af literaturen.

	No. 105.	No. 106.	No. 107.	No. 108.	No. 109.
SiO_2	45,59	43,2	42,06	40,6	40,3
Al_2O_3	11 88	12,0	12,93	16,8	14,0
CaO	38,20	35,2	32,53	32,2	35,0
MgO	0,91	4,0	1,06	—	5,7
MnO	—	—	2,26	—	1,9
FeO	1,11	4,2	4,94	10,4	1,6
K_2O	—	—	2,69	—	—
Na_2O	—	—		—	—
CaS	1,76	—	1,03 [3])	—	—
Sum	99,45	98,6	99,81	100,0	98,5

Surstofmængderne i:

	No. 105.		No. 106.		No. 107.		No. 108.		No. 109.	
O i SiO_2	24,30		23,04		22.46		21,65		21,49	
» » Al_2O_3	5,54		5,59		6,03		7,83		6,52	
» » CaO	10,91		10,06		9,30		9,20		10,00	
» » MgO	0,36	11,52	1,60	12,59	0,42		—	11,51	2,28	13,06
» » MnO	—		—		0,50	12,69	—		0,42	
» » FeO	0,25		0,93		1,10		2,31		0,36	
» » alk.	—		—		0,46		—		—	
Surstofforh.	1 : 1,424		1 : 1,27		1 : 1,20		1 : 1,12		1 : 1,10	

Analyse af *melilith-slagger*, tagne af literaturen.

	No. 110.	No. 111.	No. 112.	No. 113.	No. 114.
SiO_2	39,52	39,60	38,34	38,76	38,41
Al_2O_3	15,11	12,60	21,22	14,48	14,19
CaO	32.52	42,04	29,20	35,68	39,75
MgO	3,49	—	2,44	6,84	1,46
MnO	2,89	4,30	—	0,23	spor
FeO	2,02	spor	1,98	1,18	2,65
K_2O	1,06	—	1,10	1,11	2,27
Na_2O	—	—	—	—	—
CaS	2,15	1,46	0,04	0,98	0,92 [4])
Sum	98.76	100.00	94,31	99.26	99.40

Surstofmængderne i:

	No. 110.	No. 111.	No. 112.	No. 113.	No. 114.
O i SiO_2	21,08	21,12	20,45	20,67	20,49
» » Al_2O_3	7,04	5,87	9,89	6,76	6,61
» » CaO	9.30	12,01	8.35	10,02	11.36
» » MgO	1,38	— } 13,01	0,98	2,55	0,58
» » MnO	0.64 } 11.95	1.00	– } 9.95	0,05 } 13,08	— } 12,91
» » FeO	0,45	—	0,44	0,27	0,59
» » alk.	0,18	—	0,18	0,19	0,38
Surstofforh.	1 : 1,11	1 : 1,12	1 : 1,03	1 : 1,04	1 : 1.05

Analyse af *melilith-slagger*, tagne af literaturen.

	No. 115.	No. 116.	No. 117.	No. 118.	No. 119.	No. 120.
SiO_2	38,05	37,91	37,63	36,37	34,26	36,6
Al_2O_3	14,11	13,01	12,78	15,36	15,60	18,4
CaO	35,70	31,43	33,46	38,09	38,13	34,6
MgO	7,61	7,24	6,64	5,51	2,56	4,8
MnO	0,40	2,79	2,64	} 1,85	3,52	—
FeO	1,27	0,93	3,91		1.00	2,0
K_2O	1,85	2,60	1,92	—	} 2,04	—
Na_2O	—	—	—	—		—
CaS	0,82	3,65	0,68	2,32 [5])	2,43	2,2
Sum	99,81	99,56	99,68	101,50	99,54	98,6

Surstofmængderne i:

	No. 115.	No. 116.	No. 117.	No. 118.	No. 119.	No. 120.
O i SiO_2	20,34	20,22	20,07	19,40	18,27	19,52
» » Al_2O_3	6,58	6,08	5,96	7,16	7,27	8,58
» » CaO	10,20	8,73	9,57	10,88	10,90	9,89
» » MgO	3,04	2,81	2,66	2,20	1,02	1,92
» » MnO	0,09 } 13,93	0,52 } 12,71	0,59 } 14,02	— } 13,49	0,79 } 13,35	— } 12,2.
» » FeO	0,28	0,21	0,87	0,41	0,22	0,44
» » alk.	0,32	0,44	0,33	—	0,42	--
Surstofforh.	1 : 0,99	1 : 1,08	1 : 1,01	1 : 0,94	1 : 0,89	1 : 0,95

Analyse af *melilith-slag*, fra Mägdesprung, Harz.

	No. 121 a.	No. 121 b.	No. 122 a.	No. 122 b.	No. 123.	No. 124.
SiO_2	41,08	41,41	39,19	39,03	41,49	42,64
Al_2O_3	10,88	10,56	9,52	9,75	4,96	6,58
CaO	23,76	25,31	24,19	24,39	26,66	25,35
MgO	0,58	0,42	0,42	0,64	1 10	0,34
MnO	20,57	20,66	28,88	21,97	20,85	21,65
FeO	1,69	1,42	3,20	4,35	0.44	1.02
Sum	98,56	99,76	100,60	100,13	99,50	97,58

Surstofmængderne i:

	No. 121 a.	No. 121 b.	No. 122 a.	No. 122 b.	No. 123.	No. 124.
O i SiO_2	21,91	22,19	20,90	20,82	22,13	22,91
» » Al_2O_3	5,07	4,92	4,44	4,54	2,30	3,07
» » CaO	6,79	7,23	6,91	6,97	7,62	7,24
» » MgO	0,24 } 12,00	0,17 } 11,31	0,25 } 13,18	0,26 } 13,08	0,44 } 12,78	0,14 } 12,42
» » MnO	4,57	4,59	5,31	4,88	4,62	4,81
» » FeO	0,40	0,32	0,71	0,97	0,10	0,23
Surstofforh.	1 : 1,28	1 : 1,37	1 : 1,18	1 : 1,18	1 : 1,47	1 : 1,48

Analyse af *melilith-slag*, fra Luisenthal, ved Gotha.

	No. 125.	No. 126.	No. 127.
SiO_2	36,63	38,54	37,22
Al_2O_3 [6])	4,85	3,13	3,74
CaO	25,52	28,81	26,67
MgO	4,71	9,17	2,84
MnO	19,05	11,20	20,51
K_2O	spor	—	—
BaO	7,59	7,91	8,26
CaS	0,72	2,02	0,73
Sum	99,07	100,78	99,97

Surstofmængderne i:

	No. 125.		No. 126.		No. 127.	
O i SiO_2	18,53		20,54		19,85	
» » Al_2O_3	2,26		1,46		1,74	
» » CaO	7,23	13,73	8,23	15,20	7,62	14,56
» » MgO	1,50		3,67		1,54	
» » MnO	4,23		2,19		4,56	
» » BaO	0,77		0,81		0,84	
Surstofforh.	1 : 1,16		1 : 1,23		1 : 1,22	

NB. Surstofforholdet er i alle disse slagger her beregnet med den hele Al_2O_3-mængde som base.

Analyse af *melilith-slagger*, efter egne undersögelser.

No. 85. Fra *Oberhausen, 1878* (analyseret af prof. A. Ledebur, Freiberg, mai 1883). Slaggen, som er mörkegraa af farve (indeholder 6.04 % FeO, 0,49 % S) bestaar af kvadratiske tavler (indtil 1.5 cm. brede og 0.5 cm. tykke), begrænsede af OP. ∞P∞, der sidder paa kugler af bladig-straalig struktur. — I Berliner Bergakademies samlinger fik jeg heraf material til undersögelse. — Istedenfor CaS burde i analysen opföres FeS, se herom senere.

De store krystaller er sammensatte af et netværk af stænger, lidt tavleformige efter OP, udtrukne efter retningerne af ∞P. — Mellem stængerne ligger en sort masse (glas med sulfid) og et rimeligvis monosymetrisk mineral (wollastonit?).

No. 86. Ukjendt lokalitet, sandsynligvis fra en tysk masovn; slaggen er stærkt grön farvet, med halv metalglans, krystallinsk; den opbevares i Berliner Bergakademies samlinger. Analysen, som var paafæstet etiketten, er udfört af Wrickarts. — Under mikroskopet sees klare melilith-tavler (OP . ∞P∞) med de typiske, blaa interferensfarver, spaltbarhed ‡ OP. Mellem disse krystaller ligger et mineral i yderst fine individer, ofte med aggregat-polarisation, sandsynligvis monticellit. — Grönt sulfid, dels anordnet i buskformige grupper inde i melilitherne, langs disse rand, (som paa fig. 31 angivet), dels i gjennemsigtige, gulgrönne, isotrope kugler og dels i mikrolither, lovmæssigt opbyggede efter et regulært princip, er tilstede i rigelig mængde og begrunder slaggens farve.

No. 87. Fra *Dowlais* i *Wales, 1879*, ved blæsning af speiljern (analyseret paa Bergskolan, af K. A. Lagerkvist). — Med tavleformige melilith-krystaller, visende de typiske, blaa interferensfarver, med vækstretning efter ∞P, indeholdende fint sulfid-stöv, som er svagt grönfarvet; adskildt fra hinanden ved glas, hvori ligger lidt olivin eller monticellit(?).

No. 88. Fra *Coldness pr. Glasgow, 1879.* (P. G. Lidner). — *) Denne slag förer store spinel-oktaedere i rigelig mængde (se herom senere); ved vejning er fundet, at der er ca. 6.5 % spinel tilstede. Da dette mi-

neral er krystalliseret tidligere ud end melilithen, karakteriseredes selve silikat-massen forinden melilithens dannelse ved surstofforhold 1 : ca. 0.85 og ved 10.81 % Al_2O_3. — Melilith, der optræder i de ordidinære tavler, har ogsaa her de karakteristiske blaa interferensfarver; spaltbarhed ⫩ OP. Saavel milllithen som spinellen indeholder som indeslutninger en hel del CaS, oftest i fine kugler. — Endelig findes der en del glas samt olivin(?), den sidste liggende mellem melilith-krystallerne.

No. 89. Fra de *Demidoff'ske* værk, *Rusland*, ved smeltning af kiseltackjern, aar *1879* (I. W. T. OLÁN, 1880). — Slaggen bestaar fornemmelig af et klart glas, hvori ligger yderst smaa melilith-krystaller (nemlig meget tynde, tavleformige krystaller, altid slukkende ud ⫩ tavleretningen ɔ: OP, med melilithens karakteristiske interferensfarve; endelig tilsiger slaggens sammensætning — surstofforhold 1 : 1.05, meget Al_2O_3, adskillig mere CaO end MgO, MnO etc. —, at det er melilith, som her maa danne sig). — Desuden findes der nogle lidt större krystallinske udsondringer, som det ikke har lykkes mig at udtyde.

No. 90. Fra en masovn ved *Lake superior* (P. LARSSON). — Se tidligere beskrivelse, bestaar af glas, der indeholder nogle melilith-mikrolither (se fig. 32).

Om grunden til, at no. 89 og 90 indeholder saa meget glas, se under gjennemgaaelsen af Al_2O_3-rige, glasagtige slagger.

No. 91. Fra *Terrenoire*, *Frankrige*, *1879*, ved blæsning af manganjern. (M. v. ESSEN). — Indeholder en mængde sulfid-stöv, graagrönt af farve, oftest saa fint og jævnt fordelt, at detailleret undersögelse af de optrædende mineraler er umulig. — Slaggen indeholder to silikatmineraler, et i store krystaller, begrænset af flader, som staar lodret paa hinanden, efter udslukning rhombisk eller tetragonalt, med melilithens karakteristiske interferensfarve, altsaa utvivlsomt melilith, med OP. ∞P∞; spor af »Pflockstruktur» samt opbygning efter ∞P kan sees. — Det andet mineral, som kun er tilstede i meget ringe mængde, synes at være monticellit eller olivin(?).

No. 60. fra *Schisshyttan, 1869*, er tidligere opfört under olivinslaggerne, men medtages ogsaa her, da den i visse partier ikke bestaar af olivin, men af melilith (se tidligere beskrivelse).

Analyse af *gehlenit-slagger*.

No. 92. Fra *Dawes* masovn pr. *Oldbury* (analyseret af J. PERCY, taget af hans arbejde, se lit.).

No. 93. Fra *Holzhausen* ved *Homberg*, *Hessen* (analyseret af BUNSEN, taget af HAUSMANN's arbejde, se lit.).

No. 94. Fra *Linthorpe* ved *Middlesbro, 1866* (analyseret af S. SVEDBERG).

No. 95. Fra *Clarence* ved *Middlesbro, 1879*. (P. JOHNSSON).

[1]) Om Al_2O_3-gehalten og surstofforholdet i de to sidste, se under gehlenit.

De to sidste slagger, som begge förer spinel, er analyserede paa Stockholms Bergskola. — Nöjere beskrivelse af disse fire findes i texten.

Analyse af slagger, som indeholder et fra naturen hidtil ikke kjendt. *CaO- og SiO_2-rigt led* i melilith-skapolith-gruppen.

No. 96. Fra *Hofors, 1867* (analyseret af I. H. FORSSMAN).

No. 97. Fra *Löfsjöen*, $\frac{31}{1}$ *1871* (E. BARNEKOW).

No. 98. Fra *Molnebo i Vestmanland*, *1866* (I. EDBERG).

Det samme mineral optræder rimeligvis ogsaa i de fölgende slagger:

No. 99. Fra *Domnarfvet*, *1879* (C. G. SÄRNSTRÖM).

No. 100. Fra *Forsbacka*, *juni 1879* (middel af to vel overensstemmende analyser, udförte af resp. A. ISÆUS og C. H. LEJONHJELM).

[2]) samt 0.28 % K_2O og 0.16 % Na_2O.
O i alk. = 0.09 %.

No. 101. Fra *Långshyttan, 1879*. (C. G. DAHLERUS). Temmelig grovkrystallinsk, lys med tynd glashinde.

FeO- eller MnO-rige slagger, förende et tetragonalt mineral, sandsynligvis det nye, *CaO- og SiO_2-rige* led i melilith-skapolith-gruppen.

No. 102. Fra *Hellsjö, 15 febr. 1878.* (Analyseret af G. OTTMAN).

No. 103. Fra *Dådran, aug. 1872.* (I. G. CLASON).

No. 104. Fra *Finnbo, 1880.* (S. F. MÖRTSTEDT).
Om alle disse slagger, som samtlige er analyserede paa Stockholms Bergskola, se tidligere beskrivelse.

Analyse af slagger, förende tetragonalt mineral, der i alm. uden videre er bleven kaldt *melilith;* samtlige analyser er tagne af den forhaanden-værende literatur.

No. 105, 107, 110, 113, 115—117 er de i det tidligere citerede arbejde af J. PERCY meddelte analyser af melilith-slagger. No. 105 er en kupolovns-slag, de övrige er masovns-slagger, fra resp. *la Providence* pr. Marchienne ved Charleroy, fra *Wednesbury-Oak* pr. Tipton, fra *Dudley*, d:o, d:o, fra *Blackwell* pr. Russel-Hills ved Dudley (de er analyserede af resp. D. FORBES, J. PERCY, D. F., J. P., J. P., D. F., J. P.). — Samtlige viser tetragonale krystaller, oftest tavler, med OP. $\infty P \infty$, undertiden desuden ∞P; om no. 105, som er den kiselsyre-rigeste af den her opförte serie, bemærkes specielt, at den bestaar af lange, gule krystaller, tilsyneladende kvadratiske, begrænsede af $\infty P \infty$. ∞P. OP; spaltbarhed ⫲ OP; den kaldes »humboltilith» (ɔ: melilith).
[3]) samt 0.31 $Al_2(PO_4)_2$.

No. 106. Fra *Dowlais* i Wales (analyseret af BERTHIER), taget af Dr. A. GURLTS »Künstliche Mineralien, 1857». — Fra Dowlais har jeg selv undersögt mikroskopisk en melilithslag (analyse no. 87).

No. 108. Fra *Dudley* (BERTHIER), taget af GURLTS oversigtsarbejde.

No. 109. Fra *Weiks* pr. Merthyr-Tydvil (BERTHIER), d:o d:o.

No. 111. Fra *Königshütte* i Ober-Schlesien (KARSTEN), d:o d:o.

No. 112. Fra *Zizenhausen* (SCHILL), taget af LEONHARD »Hüttenerzeugnisse», hvor slaggen kaldes »Humboltilith-Musterstück».

No. 114. Fra *Bettingen* ved Leback, taget af F. BOTHE's arbejde (l. c.); det er denne slag, som förer de af P, P∞ m. m. begrænsede krystaller, se herom pag. 128.

[4]) samt 0.38 % Fe_2O_3(?) og 0,10 % P.

No. 118. Fra *Janon* ved St. Etienne (BERTHIER), taget af GURLTS oversigts-arbejde.

[5]) samt 2 % Ca SO_4.

No. 119. Fra *Henrichshütte* ved Hattingen (»Humboltilith-slag»). Taget af B. KERLS Metallurgie, 1880, pag. 397.

No. 120. Fra *Hörde*, do. do.

De her omhandlede slagger förer samtlige tetragonale krystaller, oftest tavleformige, med OP. ∞P∞, undertiden ogsaa ∞P.

No. 121—124 er analyser af melilith-slag fra *Mägdesprung*, Harz (den tidligere saakaldte »idokras-slag»); samtlige analyser er udförte af RAMMELSBERG (se LEONHARD »Hüttenerzeugnisse», pag. 392). — No. 121, a og b, er slag fra gargang, a af glasset, b af de deri liggende krystallinske udsondringer, no. 122, a og b, er fra halvveret gang, ligeledes resp. af glas og af krystalmasse; no. 123 er krystallinsk slag, grön farvet, fra meget gar gang; no. 124 ligeledes, med enkelte krystaller.

No. 125—127 er analyser af melilith-slag fra *Luisenthal*, pr. Gotha (ogsaa tidligere kaldet »idokras-slag»); samtlige analyser er udförte af CREDNER (l. c., se ogsaa LEONHARD »Hüttenerz.»). — No. 125 er en brun, glasagtig slag, omsluttende mange krystaller; no. 126 ligesaa; no. 127 repræsenterer sammensætningen af de tetragonale krystaller (med sp. v. 3.11—3.17).

[6]) med spor af Fe_2O_3 og P_2O_5.

Spinel i slagger.

Literatur.

W. MUIRHEAD. The formation of blast furnace slags. »Iron», 15:de okt. 1880, oversat i Berg- und Hüttenm. Zeit. 1881.

A. STELZNER. Zinkspinell-haltige Fayalitschlacken der Freiberger Hüttenwerke. Neues Jahrb. f. Min., Geol. und Pal. 1882, I, pag. 170.

H. SCHULZE und A. STELZNER. Ueber die Umwandlung der Destillationsgefässe der Zinköfen in Zinkspinell und Tridymit. Neues Jahr. f. Min., Geol. und Pal. 1881, I, pag. 120.

De fölgende meddelelser om tilstedeværelse af spinel eller overhovedet af aluminat i slagger indledes med et kort referat af en meget interessant, men hidtil kun lidet paaagtet, afhandling af W. MUIRHEAD (l. c.). — I de skotske masovne, hvis driftsmethode er studeret af M. (der undertegner sig som »metallurgical chemist») forsmeltes i alm. engelske hæmatiter, spanske jernmalme samt »black-bands» og »clay-bands». De to förstnævnte malmsorter holder gjennemgaaende kun lidet MgO; de to sidste derimod tilförer i alm. smeltemassen en for engelske og skotske kokes-masovnsslagger usædvanlig stor MgO-gehalt, nemlig op til 12—14 %. Ved analysering af en hel del slagserier har det vist sig, ifölge MUIRHEAD, at de ved de MgO-fattige malme producerede slagger aldrig indeholder nogen i HCl og HFl uoplöselig bestanddel; derimod erholder man ved behandling af slaggerne fra de sidstnævnte malme med HCl jævnlig en gelatineret kiselsyre, som er forurenet med et fint, haardt, under glasstaven »skrigende» pulver. De fra god masovnsgang faldende slagger opgives i regelen at före kun en yderst ringe procent udekomponeret substans, nemlig i höjden ca. 0.5 %[1]); större mængder danner sig kun under abnorme, ikke tilfredsstillende forholde, nemlig ved en særdeles varm masovnsgang.

Af analyse-serien no. 128 a—133 a fremgaar, at den her omhandlede udekomponerede rest bestaar af et aluminat, idet analyserne ikke engang udviser saa meget som spor af SiO_2; dernæst kan aflæses, at aluminatet maa have sammensætning $RO . Al_2O_3$, hvor RO er MgO, undertiden med lidt CaO. — At denne forbindelse er identisk med naturlig spinel, skal i det fölgende paavises.

Ved mikroskopisk undersögelse af en del stærkt basiske, Al_2O_3- og relativt MgO-rige slagger, nemlig fra *Coldness*, *Clarence*, *Linthorpe* og *Bethlehem* (analyserne no. 88, 95, 94 og 59) blev iagttaget, at de nævnte slagger indeholder et isotropt, oktaedrisk begrænset, klart mineral, som efter de kriterier, der

[1]) Efter mine egne undersögelser skulde jeg være tilböjelig til at tro, at dette tal er vel lidet.

staar til disposition ved mikroskopiske undersögelser, maatte holdes for spinel. — For at faa en nöjagtig bestemmelse af mineralet blev en större portion af slagmassen[1]) behandlet med HCl og den gelatinerede kiselsyre bortdampet med HFl; det pulver, som blev tilbage efter förste gangs behandling, blev altid nok en gang i længere tid kogt vekselvis med HCl og HFl, saa man kunde være sikker paa, at al silikat-masse var destrueret. — I de fire slagger viste der sig at være resp. ca. 6.5, 3, 2 og 0.5 % uoplöseligt residuum.

Dette bestaar, efter mikroskopisk undersögelse, af klare, isotrope krystaller, som er stærk lysbrydende, og som altid, undtagen naar de er knust itu, er begrænsede af oktaederflader. Om mineralets chemiske konstitution faar vi en indirekte oplysning ved det faktum, at det er uoplöseligt[2]) i HCl og HFl. — Allerede af disse egenskaber maa det være berettiget at slutte, at det foreliggende mineral rimeligvis er identisk med spinel; absolut fuld sikkerhed herom erholdes ved studium af MUIRHEADS analyser, idet disse viser, at den i HCl og HFl uoplöselige forbindelse, som existerer i slagger af den her omhandlede konstitution, har sammensætning $RO . Al_2O_3$.

Spinel-oktaederne i en af slaggerne, nemlig den fra Coldness, har antaget meget betydelige dimensioner, idet diameteren i alm. er ca. 0.15 mm. og ikke sjelden op til 0.35—0.40 mm. I de andre slagger (fra Clarence, Linthorpe og Bethlehem) er krystallerne mindre, diameteren nemlig i alm. resp. ca. 0.02, 0.02 og 0.015 mm. og i max. resp. 0.06, 0.04 og 0.025 mm. — Vi vil specielt betone, at de i vore slagger optrædende spineller gjennemgaaende er större end de isotrope, oftest brunlige picotit-oktaedere, som ligger inde i de forskjellige basalters oliviner; krystallerne i slaggen fra Clarence er endog saa store, at de kan iagttages med lupe i selve slagmassen; opmærksomheden fæster sig temmelig let ved dem, idet oktaeder-fladerne er stærkt skinnende.

Vort mineral viser sig overalt, naar der ikke tages hensyn til det forurenende sulfid, at være den först udkrystalliserede forbindelse i de omhandlede slagger, idet det ligger,

[1]) Ved hvert enkelt tilfælde anvendtes 10 gram, som ikke blev pulveriseret, for at de isotrope krystaller ikke skulde blive ödelagte.

[2]) De store oktaedere fra Coldness-slaggen blev i længere tid kogt med HCl og HFl; herved fik de tidligere klare og rene flader nogle smaa ujævnheder, hvoraf sluttes, at absolut talt er krystallerne ikke ganske uangribelige af HCl og HFl.

med skarp oktaedrisk begrænsning, inde i saavel glasset som de silikat-mineraler, nemlig melilith (med gehlenit) og olivin, der kan have dannet sig. — Slag fra Clarence bestaar næsten udelukkende, naar vi fremdeles ikke tager hensyn til sulfidet, af spinel og gehlenit (melilith?); her kan med sikkerhed udledes det resultat, at spinel-dannelsen maa have være afsluttet, forinden silikatet begyndte at krystallisere ud. Saa maa ogsaa sandsynligvis have været tilfælde ved de andre slagger, idet ikke noget sted kan iagttages, at der i det glas, som indtager mellemrummet mellem olivin- eller melilith- (gehlenit-) individerne, ligger mere spinel end inde i de udkrystalliserede silikater. — Til sammenligning anföres, at basaltmassernes picotit hidtil kun er kjendt som indeslutning (»interposition») i olivin ɔ: i det silikat-mineral, som altid har krystalliseret först ud; picotiten maa være dannet paa et tidligere stadium ɔ: overhovedet allerförst i den hele bergart [1]).

Senere skal ved lejlighed omtales, at der i de basiske, jernrige slagger (f. ex. de fra de fleste skjærstens-smeltninger, koncentrations- og sortkobber smeltninger, flammeovns-drift o. s. v.) altid optræder en hel del magnetit; dannelsen af denne begyndte oftest nogenlunde samtidig med olivinens (fayalitens) krystallisation, men fortsatte ogsaa jævnlig, efterat silikat-mineralet var færdigt.

Spinellerne i slaggen fra Clarence er dels farvelöse, dels svagt blaagrönne; det residuum, som blir tilbage efter behandling med HCl og HFl, er udelukkende bestaaende af aldeles vandklare individer ɔ: syrerne har her affarvet krystallerne. De store oktaedere fra Coldness-slaggen derimod er selv efter behandling med syrer af en blaagrön farve, af nuance tilnærmelsesvis som spinel fra Åkre, Södermanland. Hvori farven er begrundet, er ikke afgjort; muligens har der indgaaet spor af FeO i forbindelse med Al_2O_3 [2]). — Spinellerne i vore to andre slagger synes saavel för som efter behanling med syrer at være aldeles farvelöse; de optræder dog altid

[1]) Her tages ikke hensyn til perowskit (RO . TiO_2, hvor RO fornemmelig er CaO) i melilith-basalterne, idet aldersfölgen mellem perowskit og picotit ikke er sikkert afgjort; sandsynligt er, at picotiten altid ogsaa er ældre end perowskiten.

[2]) Vi vil her minde om, at den i zinkovnenes muffler existerende zinkspinel (l. c.) ogsaa er blaa farvet. om end vistnok meget mere intensivt end de her omhandlede; heller ikke for zink-spinellens vedkommende har man kunnet afgjöre, hvori farvet er begrundet. — Zink-spinellen i blyslaggerne fra Freiberg (se analyse no. 28—29 og no. 134—135) er ogsaa blaa eller blaagrönne.

kun i saa smaa individer, at en liden farvenuance ikke vilde kunne gjöre sig gjældende.

De basiske slagger fra kokes-masovne indeholder altid en hel del sulfid (CaS, (Ca, Mn)S, o. s. v.), som jævnlig viser sig i regelmæssige krystalliter, opbyggede efter tre lodret paa hinanden staaende axer, aldeles som f. ex. tilfældet jævnlig er med artificiel magnetit; da krystalliterne under krydsede nikols desuden sees at være isotrope, antog jeg i begyndelsen, at de egentlig skulde bestaa af spinel-substans. De foretagne undersögelser har udvist, at saaledes forholder det sig ikke. — I ikke noget af de spinel-förende slag-præparater, som har staaet til min disposition, har aluminatet vist tendens til at optræde i globuliter, krystalliter eller krystal-skelet; altid har kun foreligget færdige, normalt udviklede krystaller. — Hvor de enkelte individer ikke stöder direkte op til hinanden, sees de at være begrænsede af oktaederflader, som altid er jævne og plane, visende ganske rette skjæringslinjer; rene, bölgeformige flader optræder aldrig (undtagen hos de isolerede, af syrer lidt angrebne individer). — Tvillinger eller andre flader end O har jeg ikke kunnet paavise med sikkerhed; kun et par steder sees nogle höjst tvivlsomme $\infty O \infty$-flader.

De store spineller i slaggen fra Coldness indeslutter hyppig en del sulfid-kugler ɔ: sulfidet var dannet tidligere end spinellen. Sandsynligvis har sulfiderne aldrig været direkte oplöste i den smeltende slag, idet de maa formodes den hele tid at have holdt sig som RS, der simpelthen har været sammensmeltet med silikat-massen; naar man holder sig dette for öje, vil den omstændighed, at spinellerne er dannet paa et senere stadium end sulfidet, fremgaa som meget naturlig og ikke stridende mod de iagttagelser, som tidligere er meddelte.

I vore fire spinel-förende slagger har der, alt efter smeltemassernes chemiske sammensætning, tilslut dannet sig olivin, melilith eller gehlinit.

A. Stelzner (l. c.) har paavist, at den ZnO-rige blyslag fra de Freiberg'ske hytter (se analyse no. 28 og 29) rimeligvis altid holder en del, nemlig ca. 0.5 %, zink-spinel, der optræder i blaagrönne, ofte zonalt opbyggede individer, som i regelen er begrænsede af oktaeder-flader, og som ofte viser perimorf

udvikling: et oktaeder-skal, bestaaende af spinel, omslutter nemlig temmelig hyppig en kjærne af fayalit el. lign. Zink-spinellen omringes, ifölge egne undersögelser, jævnlig af en fuldstændig krans af smaa, sorte magnetit-oktaedere [1]); undertiden sees koncentrisk-zonal sammenvoxning mellem en kjærne, bestaaende af zink-spinel og et oktaeder-hylster af et sort RO. R_2O_3-mineral, der efter udseendet at dömme er fuldstændig identisk med magnetit. — Af disse iagttagelser fremgaar, at zink-spinellen er dannet paa et tidligere stadium end magnetiten; selvfölgelig er den ogsaa ældre end fayaliten, idet den, med fuld oktaedrisk begrænsning, ligger indesluttet inde i silikat-mineralet.

Ifölge nogle af Dr. A. SCHERTEL udförte og af A. STELZNER meddelte analyser har zink-spinellen fra de Freiberg'ske blyslagger en lidt vekslende sammensætning, idet de individer, som blev isolerede af to forskjellige slagger, blev fundet at före:

ca. 10 $ZnO . Al_2O_3$ + 5 $FeO . Al_2O_3$ + 2 $FeO . Fe_2O_3$,

ca. 6 $ZnO . Al_2O_3$ + 2 $FeO . Al_2O_3$ + 2 $FeO . Fe_2O_3$,

(se analyse no. 134—135).

I den her omhandlede slag er spinel-mineralet bleven dannet ved enkel sammensmeltning af de konstituerende bestanddele. Den zink-spinel, som karakteriserer zinkovnenes muffelvægge, maa derimod være bleven produceret ved sublimation (se herom SCHULZES og STELZNERS arbejde, l. c.).

I det fölgende skal vi, i henhold til de nys refererede detail-undersögelser, försöge at angive de chemiske og fysiske faktorer, som betinger dannelsen af spinel (eller overhovedet af »aluminat») i smeltemasser. Forelöbig holder vi os kun til masovnsslagger, bestaaende af SiO_2 med Al_2O_3, CaO og MgO, men uden MnO, ZnO, FeO, Fe_2O_3, o. s. v.

De slagger (i antal 10), hvori der til dato er bleven paavist tilstedeværelse af spinel (eller aluminat), udmærker sig

[1]) Magnetiten kjendes ved fölgende egenskaber: den er sort, uigjennemsigtig, med metalglans, begrænset af O-flader, ofte krystallitisk opbygget efter det regulære systems axer; videre er den stærkt *magnetisk*, hvilket sluttes af, at man ved en vanlig hestesko-magnet kan dele slag-pulveret i en umagnetisk, fayalit-holdig del og en stærkt magnetisk, fornemmelig bestaaende af de sorte oktaedere; endelig kan mineralet skjönnes at være identisk med magnetit i f. ex. vällovnsslaggen fra Kloster (se under færskslaggerne).

samtlige ved at være særdeles basiske, stærkt Al_2O_3-rige og nogenlunde MgO-förende. — For oversigtens skyld gjengiver vi i tabellarisk resumé surstofforholdet, Al_2O_3- og MgO-gehalten samt mængden af det producerede aluminat i vore 10 slagger:

	No. 129.	No. 128.	No. 130.	No. 133.	No. 131.	No. 132.
Surstofforhold	1 : 0,59	1 : 0,49	1 : 0,56	1 : 0,56	1 : 0,54	1 : 0,57
% Al_2O_3	25,63	23,47	20,13	22,93	23,44	22,23
% MgO	13,75	13,23	11.09	12.95	13,34	13.00
% spinel-mængde	17,68	17,40	10,82	9.04	8,18	6,07

	No. 88.	No. 95.	No. 94.	No. 59.
Surstofforhold	1 : 0,72	1 : 0,70	1 : 0,79	1 : 0,91
% Al_2O_3	15,13	22,32	27,35	9,85
% MgO	12,33	10,02	7,04	20,24
% spinel-mængde	ca. 6,5	ca. 3	ca. 2	ca. 0,5

Til sammenligning skal vi hidsætte de vigtigste faktorer i en del analyser af basiske og nogenlunde Al_2O_3- og MgO-rige slagger, som ifölge mikroskopiske eller chemiske undersögelser ikke indeholder spinel (eller aluminat), i alle fald ikke i saadan mængde, at mineralet viser sig i synbare individer under mikroskopet, eller at man lægger mærke til det, naar slaggerne behandles med syre. Vi maa kunne regne, at disse slagger er absolut spinelfri, idet vi har seet, at spinelindividerne i de tidligere beskrevne slagger altid er relativt meget store.

	No. 90.	No. 89.	No. 58.	No. 34.	No. 41.	No. 87.
Surstofforhold	1 : 0,98	1 : 1,05	1 : 1,21	1 : 1,33	1 : 1,11	1 : 0,91
% Al_2O_3	24,12	29,31	9,97	8,92	4,48	12,11
% MgO	3,17	8,25	12,26 [1]	11,41 [2]	22,02	2,82 [3]

[1]) Med 7 32 % MnO. [2]) Med 8,59 % MnO. [3]) Med 4,17 % MnO.

	No. 86.	No. 115.[1])	No. 117.[1])	No. 109 [1])	No. 110.[1])	No. 44.
Surstofforh..	1 : 1,03	1 : 0,99	1 : 1,01	1 : 1,10	1 : 1,11	1 : 1,36
% Al_2O_3......	9,10	14,11	12,78	14,0	15,11	7,84
% MgO	5,36 [2])	7,61	6,64	5,7	3,49 [3])	35,65 % MnO [4])

Da temperaturen har en ikke ganske uvæsentlig indflydelse paa spinel-dannelsen eller paa Al_2O_3's tendens til at optræde som syre og konkurrere med SiO_2 om RO-baserne, skal vi gjöre opmærksom paa, at alle de spinel-förende slagger er faldne ved kokes-masovne, altsaa producerede ved forholdsvis særdeles höj temperatur, muligens dog med undtagelse af no. 59, som kanske er fra en trækuls-masovn; af de basiske, ikke spinel-förende slagger, er no. 90, 89, 87, 86, 115, 117, 109 og 110 fra kokes-masovne, no. 58, 34, 41 og 44 derimod fra trækuls-masovne.

Af de nys gjengivne undersögelser fremgaar for det förste, at spinel-dannelsen begunstiges ved eller kun finder sted under en relativ liden SiO_2-gehalt —, en omstændighed, som er meget let at forklare, idet det uden videre er indlysende, at i de SiO_2-rige smeltemasser har kiselsyren relativ större kraft end i de SiO_2-fattige til at binde saavel Al_2O_3 som de en-atomige baser (RO), saa at Al_2O_3 hindres i at optræde som selvstændig virkende syre-radikal. — Vore mest SiO_2-rige spinel-holdige slagger har surstofforhold 1 : 0.91, 0.79, 0.72, 0.70, 0.59 o. s. v., medens paa den anden side de SiO_2-fattigste af de ikke spinel-holdige har surstofforhold 1 : 0.91, 0.98, 0.99, 0.99, 1.03 o. s. v. — Vi har tidligere paavist, at spinel er den forbindelse, som först krystalliserer ud i smeltemasserne;[5]) naar den Al_2O_3- og RO-mængde, som medgaar til aluminatet, fraregnes, angiver moderludens sammensætning den grænse, hvorved aluminat-dannelsen under de forhaanden-værende fysiske omstændigheder opförte; ved et tillæg af et enkelt differential Al_2O_3 og RO kunde spinel konstitueres. Da grænse-stadiet er in-

[1]) Om disse bemærkes specielt i literaturen, at slaggerne fuldstændig dekomponeredes af HCl.
[2]) Med 10,37 % MnO.
[3]) Med 2,89 % MnO og 2,02 % FeO.
[4]) Med 2,67 % MgO.
[5]) naar der ikke tages hensyn til sulfidet.

teressant af flere grunde, skal vi rent tabellarisk gjengive de vigtigste chemiske faktorer, som fungerede i smeltemassen ved det moment, da spinel-dannelsen stansede.

	No. 129.	No. 128.	No. 130.	No. 133.	No. 131.	No. 132.
Surstofforhold	1 : 0,84	1 : 0,68	1 : 0,69	1 : 0,66	1 : 0,66	1 : 0,63
% Al_2O_3 [1]	17,9	14,3	14,7	17,7	19,6	19,4
% MgO [1]	12,2	11,2	10,2	11,6	11,9	11,9

	No. 88.	No. 95.	No. 94.	No. 59.
Surstofforhold	ca. 1 : 0,81	ca. 1 : 0,74	ca. 1 : 0,81	ca. 1 : 0,92
% Al_2O_3 [1]	» 11,2	» 20,6	» 26,8	» 9,7
% MgO [1]	» 11,2	» 9,4	» 6,7	» 20,3

Som resultat erholdes, at i vore slagger har spinel, under de forhaanden-værende fysiske og chemiske betingelser, kunnet konstituere sig indtil ved surstofforhold resp. ca. 1 : 0.92, 0.84. 0.81, 0.81, 0.74 o. s. v. Vi vil særlig fæste opmærksomheden ved det faktum, at surstofforholdet 1 : 1.00 ikke noget sted er bleven overskredet.

Ved siden af SiO_2-mængden er Al_2O_3- og MgO-gehalten de to vigtigste chemiske faktorer, hvoraf lerjordens optræden som fri syre afhænger. — Hos vore 10 spinel-förende slagger er Al_2O_3-gehalten i regelen over 20 %; kun i et tilfælde er den saa lav som ca. 15 %, og kun et sted synker den saa langt ned som til ca. 10 %. At der i sidstnævnte fald overhovedet har kunnet danne sig aluminat, maa rimeligvis være begrundet i, at slaggen, som vistnok er usædvanlig SiO_2-rig, förer ikke mindre end ca. 20 % MgO. — MgO-gehalten i vore slagger er oftest over 10 %; kun et sted er der saa lidet som 7 % MgO tilstede, men til gjengjæld holder samme slag saa meget som ca. 27 % Al_2O_3. — Grunden til, at der i de temmelig basiske, delvis stærkt Al_2O_3-rige slagger no. 90, 89 og 87 (med surstofforhold resp. 1 : 0.98, 1,05 og 0.91 og med resp. 24.12, 29.31 og 12.11

[1]) Moderludens sammensætning reduceret til 100 %.

% Al_2O_3) ikke har dannet sig noget aluminat, maa være at söge i, at MgO-gehalten i de foreliggende fald er temmelig ringe, nemlig kun resp. 3.17, 8.25 og 2.82 % (den sidste förer desuden 4.17 % MnO). — Mere detaillerede oplysninger om massevirkningen mellem Al_2O_3 paa den ene side og MgO paa den anden kan paa det nuværende stadium ikke leveres.

I de i naturen hidtil fundne spinel-mineraler (egentlig spinel med magnetit, gahnit, kromjernsten m. m.) indgaar aldrig CaO i sikker paaviselig mængde[1]); heraf skulde man ledes til at tro, at CaO overhovedet ikke kan existere i eller indgaa i den regulært krystalliserende forbindelse $RO. R_2O_3$. Saaledes forholder det sig dog ikke, idet nemlig ren kalk-spinel (CaO. Al_2O_3) er bleven fremstillet paa kunstig vej (ved smeltning af de konstituerende bestanddele i borsyre, experiment foretaget af EBELMEN i 1848).

Af MUIRHEADS analyser (se no. 128 b—133 b) aflæses, at Al_2O_3 i de basiske slagger dels har forbundet sig med MgO alene og dels med MgO i fælleskab med lidt CaO; fortrinsvis har ogsaa i sidstnævnte fald indgaaet MgO. — I de tre slagger, som förer CaO-holdig spinel, er forholdet mellem CaO og MgO i den oprindelig existerende smeltemasse resp.

2.02, 1.53 og 2.63,

medens paa den anden side forholdet mellem CaO og MgO i det udkrystalliserede aluminat er resp.

0.26, 0.30 og 0.56,

ɔ: i de foreliggende tilfælder har der indgaaet i forbindelse med Al_2O_3 relativt

7.8, 5,1 og 4.7 saa meget MgO som CaO. — I de tre resterende slagger findes intet CaO i aluminatet ɔ: her har indgaaet uendelig gange saa meget MgO som CaO i forbindelse med Al_2O_3.

Grunden til denne ulighed maa i alle fald delvis være at söge i variationer i de fysiske omstændigheder (f. ex. temperaturens höjde, afkjölingens hastighed o. s. v.), som fandt sted ved udkrystallisationen af smeltemasserne; det fremgaar nem-

---

[1]) Af de mange i RAMMELSBERGS Mineralchemie (1875) meddelte analyser af spinel-mineraler er der kun en eneste, nemlig analyse af en chlorospinel fra Slatoust ved Ural, som viser CaO, og denne ene holder kun 0,27 % CaO; da en anden analyse af det samme mineral fra samme findested ikke engang udviser spor af CaO, er det sandsynligt, at den förstnævnte analyse har været udfört paa urent material.

lig, at forskjellen mellem proportionen MgO : CaO i spinellerne ikke i sin helhed kan forklares ved slaggernes chemiske sammensætning. — Studium af analyserne no. 128—133 viser os:

1) At saavel den absolute SiO_2-mængde som surstofforholdet er omtrent lige overalt.

2) Al_2O_3-gehalten er kun meget lidet varierende.

3) Heller ikke det oprindelige forhold i smeltemassen mellem CaO paa den ene side og MgO paa den anden er af nogen dominerende indflydelse; vi finder nemlig, at i slagger med f. ex. 1.53 og 2.63 gange saa meget CaO som MgO har indgaaet resp. 5.1 og 4.7 gange saa meget MgO som CaO i aluminatet, medens der derimod er indgaaet relativt meget mere MgO i slagger, som har et midlere forhold, liggende mellem de to yderled 1.53 og 2.63, mellem CaO og MgO (nemlig f. ex. 1.91, 2.00, 2.04—2.02).

4) I det hele og store viser det sig, at det netop er i de spinel-rigeste slagger, at Al_2O_3 har forenet sig med lidt CaO[1]); her möder vi dog den tilfældige abnormitet, at aluminatet i de to aller spinel-rigeste slagger (no. 128 og 129) holder relativt mindre CaO end den spinel-fattigere slag no. 130.

Endvidere kan af de foreliggende analyser udledes det resultat, at heller ikke den absolute spinel-gehalt udelukkende kan bero paa smeltemassernes oprindelige chemiske sammensætning, idet de fysiske omstændigheder ogsaa her maa have udövet en vis modificierende indflydelse. — Dette forhold er allerede beröret af MUIRHEAD, idet der i hans afhandling gjöres opmærksom paa, at særdeles stor aluminat-gehalt kun formodes at optræde i slagger, som er faldne ved abnorm varm masovnsgang[2]).

I det hele og store kan af analyserne aflæses, at de extraordinært store spinel-mængder netop har dannet sig i de slagger, som samtidig saavel er stærkt basiske som meget Al_2O_3- og MgO-rige, medens paa den anden side kun relativt lidet spinel optræder i de slagger, som er mere SiO_2-rige, og som desuden

---

[1]) Dette forhold kan tænkes delvis at være begrundet i, at Al_2O_3 i begyndelsen af krystallisations-perioden udelukkende forbinder sig med MgO, hvorved moderludens CaO-gehalt jævnt kommer til at voxe, medens MgO-gehalten jævnt aftager; naar proportionen CaO : MgO har naaet en vis störrelse, gjör CaO sig paa grund af sin overvejende masse gjældende paa den maade, at den til en vis grad forener sig med Al_2O_3.

[2]) Jeg skulde være tilböjelig til at tro, at dette er noget overdrevet.

holder mindre Al_2O_3 og MgO — ɔ: spinel-procenten afhænger *principielt* af smeltemassernes chemiske sammensætning; de variationer i de fysiske forholde, som kan finde sted ved slagdannelser i sin almindelighed, virker kun *sekundært modificierende*. — At de dog maa have en mærkbar betydning, skal vi paavise direkte statistisk:

Slag no. 130 har det samme eller lidt större surstofforhold end no. 133 og no. 131; den holder desuden saavel mindre Al_2O_3 som mindre MgO end de to sidstnævnte, skulde altsaa ifölge alle de tre principielt virkende chemiske faktorer före mindre aluminat end disse, men vi finder dog, at den i virkeligheden förer lidt mere. — Slag no. 132 er mere basisk, mere Al_2O_3- og mere MgO-rig end slag no. 88, men er alligevel ikke fuldt saa aluminat-rig som denne.

Tidligere er omtalt, at Al_2O_3, ifölge MUIRHEADS erfaring, ved voxende temperatur skal faa stigende intensitet eller tendens til at konkurrere med SiO_2 om RO-baserne; forlængelse af afkjölings- eller krystallisations-perioden virker, saavidt det kan skjönnes, i den samme retning. Vi finder nemlig, at basiske eruptiver, som basalt og gabbro, jævnlig viser lidt spinel (picotit,[1]) der formodes i regelen eller altid at være Cr_2O_3-förende), om de end holder adskillig mere SiO_2 og mindre

[1]) Ifölge DR. E. BOŘICKÝ's arbejde over böhmiske basalter blev sammensætningen af picotit- eller pleonast-material, som blev udplukket af olivinkugler fra Kozákov, fundet at være, som analyse no. I angiver. Naar forurening af olivinsubstans, beregnet efter analyserne no. III, som angiver olivinkuglernes sammensætning, fradrages, repræsenterer det resterende, nemlig analyse no. II, den rene picotit. — Ved sammen-

	No. I.	No. II.	No. III.
SiO_2	3,77	—	40,76—41,39
Al_2O_3	50,34	55,37	0,12— 0,15
Cr_2O_3	5,75	6,32	——
MgO	17,87	14,74	49,14—49,60
FeO	22,27	23,56	9,10— 9,20
MnO	—	—	0,14— 0,25

ligning mellem FeO- og MgO-gehalterne i den oprindelige basaltmasse og i den udkrystalliserede spinel erholdes det resultat, at Al_2O_3 har nogenlunde samme affinitet til FeO og MgO.

Af de to eruptive bergarter, som jævnlig förer spinel, udmærker den ene, nemlig basalt, sig i regelen ved stor Al_2O_3-gehalt, den anden, nemlig gabbro, derimod ved stor MgO-gehalt. — I granit og lignende SiO_2-rige eruptiver optræder aldrig spinel.

Al_2O_3, end tilfældet er med vore spinel-förende slagger. At der alligevel har dannet sig $RO . R_2O_3$, maa sandsynligvis afhænge af, at der har medgaaet relativt lang tid til de nævnte bergarters afkjöling. — Trykkets störrelse og lignende faktorer kan muligens ogsaa have udövet en vis indflydelse.

Af schemaet over de vigtigste chemiske faktorer, som fungerede i smeltemassen paa det tidspunkt, da spinel-dannelsen var tilendebragt, kan uddrages det resultat, at stansningen ikke udelukkende skyldes modifikationer i de chemiske forholde — ɔ: den er ikke udelukkende bleven fremkaldt ved, at moderluden er bleven relativt SiO_2-rig og Al_2O_3- og MgO-fattig, — men at ogsaa forandringer i de fysiske betingelser maa have spillet en stor rolle. For at godtgjöre dette behöver vi kun at vælge et enkelt exempel: Efter stansningen af spinel-dannelsen var fremdeles slaggerne no. 131—133 mere basiske og förte adskillig mere Al_2O_3 og omtrent lige saa meget MgO, som tilfældet var med no. 88, forinden udkrystallisationen af aluminatet her var paabegyndt; efter de chemiske faktorer skulde der altsaa i de förstnævnte slagger have dannet sig mindst ca. 6 % spinel mere, end analyserne udviser. — Grunden til, at saa i virkeligheden ikke fandt sted, maa sandsynligvis være at söge i, at temperaturen var sunket under det minimum, som udfordres, for at Al_2O_3 skal kunne optræde som selvstændig syre ved siden af SiO_2. — Efter at spinellerne var færdige, krystalliserede silikat-mineralerne ud ɔ: temperaturen var fremdeles temmelig höj.

Det er en selvfölge, at spinel-dannelsen i sin helhed maa kunne udtrykkes som en funktion af de forskjellige chemiske og fysiske faktorer, som var de virkende under krystallisationsprocessen; saakaldte »tilfældigheder« gives ikke, idet de forholde, man forbinder med dette uklare begreb, maa kunne indregistreres under de optrædende faktorer, i foreliggende tilfælde specielt under de fysiske. — Vi skal forsöge at angive, hvorledes en mathematisk formel for spinel-procenten approximativt maa tage sig ud; for simpelheds skyld benytter vi os af de mathematiske benævnelser (f, f_1, f_2 o. s. v.) for funktionsforholdet. Med α betegner vi surstofforholdet, med β og γ den forhaanden-værende procent af resp. MgO og Al_2O_3, med t temperaturen (i C°) og med m tiden. — Forelöbig forudsætter vi, at de fysiske funktioner er konstante, nemlig gjæl-

dende for de betingelser, som i alm. finder sted under normal udkrystallisation af smeltemasser ved masovne; den approximative formel, som opstilles, kommer altsaa kun til at passe for de ordinære slagger.

I virkeligheden er rimeligvis de enkelte funktioner (f (α), f (β) o. s. v.) afhængige af hinanden indbyrdes; for kun at nævne et enkelt exempel herpaa skal vi anföre, at spinel ved normal slag-sammensætning ikke konstitueres ved surstofforhold over 1 : 1.00, medens man utvivlsomt vil faa spinel ved höjere surstofforhold, hvis smeltemassen indeholder store masser af MgO og Al_2O_3[1]. — Under nogenlunde normale forholde kan forudsættes, at de enkelte funktioner kun i saa ringe grad afhænger af hinanden indbyrdes, at vi approximativt maa kunne anse dem som uafhængige.

f (α) maa være udtrykt paa en saadan maade, at den i alm. blir 0, naar α = eller over ca. 1; vi ombytter den derfor med f ($1-\alpha$). — Spinel-dannelsen synes at bero paa en masse-virkning mellem Al_2O_3 paa den ene side og MgO paa den anden; holder smeltemassen lidet af den ene, saa maa der, hvis aluminatet alligevel skal kunne konstitueres, være meget af den anden forhaanden. Naar gehalterne synker under en vis grænse, som, efter tabellerne at dömme, for Al_2O_3's vedkommende sandsynligvis ligger ved ca. 8 %, og for MgO's ved ca 4 %, vil neppe spinel kun dannes; vi indförer derfor i vor formel de to led ($\beta-4$) og ($\gamma-8$). I henhold til denne udvikling ledes vi til den opfatning, at spinel-procenten, under de givne fysiske forudsætninger, tilnærmelsesvis maa kunne udtrykkes ved formel:

$$C.\ (1-\alpha)\ \beta.\ (\beta-4).\ \gamma\ (\gamma-8).$$

Vi vedtager, at formelens gyldighed ophörer, naar et af leddene blir negativt.

Af analyse no. 128 erholdes, at C maa være $\frac{1}{1200}$.

Vi vil sammenligne de efter formelen beregnede værdier for spinel-procenten med de i virkeligheden optrædende:

Beregnet.	Fundet.	Beregnet.	Fundet.
ca. 20	17.68	ca. 13	6.07
ca. 17	17.40	ca. 3	ca. 6.5
ca. 7	10.82	ca. 4.5	ca. 3
ca. 13	9.04	ca. 2	ca. 2
ca. 13	8.18	ca. ½	ca. ½.

[1]) F. ex. 48 % SiO_2, 25 % Al_2O_3, 22 % MgO, 5 % CaO med MnO og FeO.

At der ikke blir nöjere overensstemmelse ligger i sagens natur, idet for det förste de fysiske forholde, som allerede tidligere paapeget, spiller en ikke uvæsentlig rolle, og idet dernæst vor formel, selv under de gjorte forudsætninger, ikke kan formodes at være tilstrækkelig nöjagtig.

Spinel danner sig ikke under en bestemt temperatur, f. ex. ikke under 1500°; i vor formel maa altsaa hensynet til temperaturen rimeligvis indgaa som f (t, t—c), hvor c = ca. 1500°. — Den indflydelse, som tiden udöver, maa formentlig udtrykkes ved f (1 + m), hvilken funktion maa være af den beskaffenhed, at den blir = 1, naar krystallisationen gaar for sig under forholde, som kan ansees for normale ved slag-dannelser i og ved masovne, og at den först kommer til at blive af nogen væsentlig betydning, naar m blir relativt stor.

Skjönt vi paa det nuværende stadium kun kan give yderst smaa bidrag til lösningen af vort problem, har jeg alligevel ikke villet undlade at komme med de nys anförte bemærkninger, idet det derved rimeligvis er bleven indlysende, at dannelsen af spinel — ligesom af mineraler i sin almindelighed — maa kunne deduceres af ganske enkle, naturlige funktioner, beroende dels paa de chemiske affinitetsforholde og dels paa de fysiske omstændigheder, hvorunder krystallisationen finder sted.

Grunden til, at der i den Freiberg'ske blyslag altid eller i regelen danner sig lidt spinel (med ZnO som dominerende base), endskjönt slaggen i almindelighed ikke er stærkt basisk[1]), og endskjönt Al_2O_3-gehalten gjennemgaaende er meget ringe, nemlig kun ca. 2 %, maa være at söge i, at Al_2O_3 under de forhaanden-værende fysiske og chemiske betingelser har usædvanlig stærk affinitet til ZnO-basen. Ved sammenligning mellem sammensætningen af den Freiberg'ske slag paa den ene side og af vore nogenlunde basiske, MgO- eller Al_2O_3-rige, men dog ikke spinel-förende slagger paa den anden (se tabellen paa pag. 156) fremgaar, at spinel ikke vilde kunne blive konstitueret, hvis ZnO i den foreliggende smeltemasse var bleven erstattet ved MgO. — Om de fysiske forholde ved de Freiberg'ske hytter (skaktovne efter PILZ's system) meddeles, at temperaturen inde

---

[1]) Surstofforholdet er sjelden under 1 : 1.00.

i ovnen vistnok er meget betydelig, men dog ikke fuldt saa höj som ved kokes-masovnene, og at afkjölingen af slaggen, fra den forlader ovnen og til den kommer ned til et par 100°, kun medtager et tidsrum af nogle faa timer.

Af alle disse iagttagelser vil man rimeligvis ledes til strax uden videre at uddrage den slutning, at Al_2O_3 skal have större affinitet, absolut talt, til ZnO end til MgO og igjen större til MgO end til CaO; denne konklusion er dog paa udviklingens nuværende stadium ikke fuldt berettiget, idet grunden til, at Al_2O_3 under de forhaanden-værende omstændigheder fortrinsvis har forbundet sig med resp. ZnO og MgO, forelöbig kunde tænkes at være beroende paa, at SiO_2 skulde have ganske overvældende stor affinitet til CaO og meget större affinitet til MgO (med FeO) end til ZnO. — For at udrede, saavidt som nu muligt er, det problem, som her er skitseret, vil vi til en begyndelse kun beskjæftige os med masovnsslagger, bestaaende af SiO_2 og Al_2O_3 med MgO og CaO, men uden FeO, ZnO o. s. v.

Tidligere er i dette arbejde paavist, at der i de basiske, nogenlunde MgO-rige slagger altid danner sig olivin; SiO_2 forbinder sig ved konstitutionen af dette mineral fortrinsvis, i regelen endog udelukkende, med MgO, medens CaO i det hele og store lades tilbage i moderluden, endskjönt der af krystallografiske grunde ikke er noget til hinder for, at CaO kan indgaa i singulosilikatet olivin (se herom pag. 64—73). Allerede af dette forhold fremgaar, at SiO_2 (i alle fald i de basiske smeltemasser) maa have större affinitet til MgO end til CaO. — I de basiske, CaO-rige og Al_2O_3-förende slagger krystalliserer ud melilith eller et andet led af samme gruppe; i disse mineraler, som egentlig karakteriseres ved CaO, indgaar for det förste MgO i almindelighed i ikke uvæsentlig mængde; dernæst danner de sig ikke, undtagen der er tilstede ganske overvejende meget CaO i forhold til MgO (med MnO, FeO, se herom senere). Saavel af alle disse omstændigheder som af det faktum, at MgO, ifölge den praktiske erfaring, i det hele og store bidrager til at fremme krystallisationen, maa det være berettiget at drage den generelle slutning, at SiO_2, absolut talt, i

de basiske smeltemasser[1]) maa have lettere for at forbinde sig med MgO end med CaO ɔ: maa have större affinitet til den förste end til den sidste.

Naar vi alligevel finder, at Al_2O_3 i vore smeltemasser fortrinsvis lægger beslag paa MgO, idet den enten aldeles ikke eller kun i ringe grad forbinder sig med CaO, saa maa sluttes, at Al_2O_3, ikke blot relativt i forhold til SiO_2, men ogsaa absolut, har större affinitet til MgO end til CaO.

SiO_2 indgaar i de basiske smeltemasser med lethed i forening med ZnO, dannende dels willenit og dels ZnO-förende olivin (eller fayalit, se herom tidligere, pag. 73—76); vi kan altsaa være sikker paa, at SiO_2 maa have en ikke ganske ubetydelig affinitet til ZnO[2]). Desværre har vi ikke material til at afgjöre proportionen mellem SiO_2's absolute affinitet til ZnO paa den ene side og til MgO paa den anden; vort problem kan altsaa ikke löses simpelthen paa exakt vej. — Sandsynligt er, ifölge alle de foreliggende kjendsgjerninger, at Al_2O_3 har adskillig större affinitet til ZnO end til MgO, idet vi, som tidligere omtalt, finder, at zink-spinel dannes med ganske usædvanlig lethed. Det vilde være urimeligt at forklare dette forhold ved den hypothese, at SiO_2 skulde have relativt meget liden tendens til at forene sig med ZnO, noget, som studium af zink-silikaternes dannelse ikke antyder.

Tillæg. Undersögelser af eruptive bergarter og af FeO-rige, Fe_2O_3-förende slagger udviser, at forbindelsen $FeO . Fe_2O_3$ konstitueres let selv i temmelig SiO_2-rige smeltemasser. I naturens eruptiver optræder saaledes altid en del magnetit, medens spinel kun findes i de mest basiske, her endog sjelden og altid i meget ringe mængde. — Det viser sig, som det paa forhaand er at vente, at af eruptiverne er det netop de

[1]) For de SiO_2-rige smeltemassers vedkommende gjælder antagelig den samme lov; man erindre f. ex., at enstatit danner sig med lethed ved smeltning, medens derimod wollastonit kun krystalliserer ud, naar der er tilstede særdeles meget CaO i forhold til MgO.

[2]) For sammenlignings skyld anföres, at SiO_2 kun har overmaade ringe affinitet til Cu_2O: sidstnævnte base kan endog existere fri og ubunden selv i temmelig SiO_2-rige smeltemasser. Herpaa kan, paa basis af mikroskopiske undersögelser af slagger, leveres mange beviser; vi skal kun omtale et: i en slag, fornemmelig bestaaende af Cu_2O (i rigelig mængde), ZnO og SiO_2, fra en gammel kobberhytte i Sachsen blev fundet willemit, kuprit (rödkobbererts) og glas; her har altsaa SiO_2 forbundet sig med den forhaanden-værende mængde ZnO til et silikat, medens derimod Cu_2O har holdt sig selvstændig som saadan og tilslut krystalliseret ud til kuprit.

mest basiske og jernrigeste, nemlig de forskjellige slags basalter, som förer den störste magnetit-gehalt ɔ: Fe_2O_3's tendens til at fungere som selvstændig syre voxer med aftagende SiO_2-mængde; Fe_2O_3 forbinder sig fortrinsvis med FeO ɔ: den har meget större affinitet til FeO end til de övrige af de almindelige RO-baser.

Saavel i slagger som i de naturlige eruptiver sees RO. Al_2O_3 og RO. Fe_2O_3 at krystallisere ud hver for sig ɔ: de indgaar ikke (eller kun i ringe grad [1]) i isomorfe blandingsforholde med hinanden.

Analyse af picotit fra olivinkugler i basalt fra Kožakov udviser, at RO. Cr_2O_3 krystalliserer ud i fælleskab med RO. Al_2O_3.

Masovnsslagger, hvori er paavist *spinel* (aluminat af formel RO . Al_2O_3) [2]).

	No. 128.	No. 129.	No. 130.	No. 131.	No. 132.	No. 133.
SiO_2	24,92	28,74	27,01	26,46	27,53	27,64
Al_2O_3	23,47	25,63	20,13	23,44	22,23	22,93
CaO	37,32	29,40	40,93	35,50	36,30	37,06
MgO	13,23	13,75	11,09	13,34	13,00	12,95
Sum	98,94	97,52	99,16	98,74	99,06	100,58
Spinel-proc.	17,40	17,68	10,82	8,18	6,07	9,04

Surstofmængderne i

	No. 128.		No. 129.		No. 130.		No. 131.		No. 132.		No. 133.	
O i SiO_2	13,12		15,16		14,41		14,11		14,69		14,75	
» » Al_2O_3	10,94		11,94		9.38		10,92		10,37		10,69	
» » CaO	10,66	15,95	8,40	13,90	11,69	16,13	10,16	15,50	10,37	15,57	10,59	15,77
» » MgO	5,29		5,50		4,44		5,34		5,20		5,18	
Surstofforh.[3])	1 : 0,49		1 : 0,59		1 : 0,56		1 : 0,54		1 : 0,57		1 : 0,56	

[1]) Som tilfældet er med den FeO. Fe_2O_3-förende zink-spinel fra de Freiberg'ske blyslagger.

[2]) MUIRHEADS analyser.

[3]) Her forelöbig beregnet med den hele Al_2O_3-mængde som base.

Sammensætningen af den i HCl og HFl opløselige del + aluminatet.

	No. 128 a.	No. 129 a.	No. 130 a.	No. 131 a.	No. 132 a.	No. 133 a.
SiO_2	24,92	28,74	27,01	26,46	27,53	27,64
Al_2O_3	11,62	13,46	13,00	17,80	18,06	16,24
CaO	35,84	27,72	39,30	35,50	36,30	37,06
MgO	9,16	9,70	9,00	10,80	11,10	10,60
Aluminat	17,40	17,88	10,82	8,18	6,07	9,04
Sum	98,94	97,50	99,13	98,74	99,06	100,58

Sammensætningen af *aluminatet.*

	No. 128 b.	No. 129 b.	No. 130 b.	No. 131 b.	No. 132 b.	No. 133 b.
Al_2O_3	68.11	69,98	65,88	68,92	68,72	74,00
CaO	8,48	9,39	14,96	—	—	—
MgO	23,41	22,63	19,16	31,08	31,28	26,00
Sum	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Til sammenligning hidsættes den normale sammensætning af $RO . Al_2O_3$, hvor RO = MgO med eller uden CaO. Ved beregningen er der gaaet ud fra, at der i RO . Al_2O_3 indgaar nöjagtig saa meget CaO som i det nys refererede aluminat (analyse no. 128 b—133 b); senere er forholdet mellem MgO og Al_2O_3 bestemt.

	No. 128 c.	No. 129 c.	No. 130 c.	No. 131 c.	No. 132 c.	No. 133 c.
Al_2O_3	70,28	70,08	68,87	—	71,95	—
CaO	8,48	9,39	14,96	—	—	—
MgO	21,24	20,53	16,17	—	28,05	—
Sum	100,00	100,00	100,00	—	100,00	—

Masovsslagger, hvori er paavist *spinel* [1]).

	No. 88.	No. 95.	No. 94.	No. 59.
SiO_2	30,08	31,40	35,10	36,86
Al_2O_3	15,13	22,32	27.35	9,85
CaO	35,46	30,92	28,14	29,45
MgO	12,33	10,02	7,04	20,24
MnO	0,59	0,96	0,24	0,43
FeO	0,47	0,03	0,75	0,49
K_2O	—	0,12	—	0,20
Na_2O	—	1,17	—	0,72
CaS	5,72	3,85	(Meget.)	1,32
Sum	99,78	100,79	98,62	99,56
Spinel-procenten [2])	ca. 6,5	ca. 3	ca. 2	ca. 0,5

Om sammensætningen af den Freiberg'ske blyslag, se analyse no. 28, 29 og 29 b.

Analyse af *zink-spinel* i den Freiberg'ske blyslag:

	Analyse af den i syre uoplöselige del.		Heraf beregnes zinkspinellens sammensætning.	
	No. 134 a.	No. 135 a.	No. 134 b.	No. 135 b.
Al_2O_3	50,55	43,36	50,55	43,36
Fe_2O_3	24,49	33,00	10,30	16,12
FeO	—	—	12,77	15,27
ZnO	27.21	25.24	27.21	25.24
Sum	102,25	100.83	101.60	99.99

[1]) Efter egne undersögelser.

[2]) Spinel-procenten i de af mig undersögte slagger er bestemt efter skjön af mængden af det isolerede residuum; kun ved den förstnævnte slag (no. 88) blev vejning af spinellen foretaget. — Hver gang indvejedes 10 gr. af slaggerne til behandling med HCl og HFl.

No. 128—133 og no. 128 b—133 b er de af MUIRHEAD meddelte analyser (se Iron, $\frac{15}{10}$ 1880) af slagger med uoplöseligt aluminat. — Slaggerne er faldne ved smeltning (i skotske bessemer-masovne) af »blackbands» og muligens andre nogenlunde MgO-rige malme. Analyserne er foretagne paa fölgende maade: slag-pulveret tilsattes först HCl, gelatineret kiselsyre bragtes bort med HFl; residuet (aluminatet) smeltedes derpaa med blanding af soda og potaske eller med $KHSO_4$; hvis der herefter var en ikke opsluttet rest, gjentoges operationen paany. — Ingen af disse slagger er mikroskopisk undersögte.

No. 88, no. 95, no. 94 og no. 59 (fra resp. *Coldness*, *Clarence*, *Linthorpe* og *Bethlehem*) er analyserede paa Stockholms Bergskola, se tidligere beskrivelse. — Af disse slagger har jeg isoleret spinel ved behandling med HCl og HFl.

No. 134—135, a & b, er de af A. STELZNER meddelte analyser (se N. Jahrb. 1882, I, pag. 170) af zink-spinel fra de Freiberg'ske blyslagger (se analyse no. 28, 29 og 29 b). — Analyserne, som er udförte af Dr. A. SCHERTEL, blev foretagne paa den maade, at slaggerne tilsattes HCl, gelatineret kiselsyre bortskaffedes med KHO, hvorpaa spinellerne blev igjen til videre undersögelse.

Lerjordsrige, glasagtige slagger.

Den praktiske erfaring lærer, at stærkt Al_2O_3-rige masovnsslagger i det hele og store, naar afkjölingen sker under ordinære forholde, og naar surstofforholdet ikke er altfor lavt, udmærker sig ved at være glasagtige ɔ: de bestaar enten af aldeles rent glas eller af glas, hvori der ligger en ringe brökdel udsondret krystalsubstans. At det her fremstillede forhold er rigtigt, fremgaar af det faktum, at man i det store gjennemgaaende erholder glasagtige slagger i masovns-distrikter (f. ex. det ved Lake superior), hvor der forsmeltes Al_2O_3-rige og nogenlunde SiO_2-holdige malme, medens man derimod faar krystallinske eller »stenagtige» slagger ved alle de masovne,

hvor Al_2O_3-gehalten er ringe [1]). Ved f. ex. de svenske masovne, hvor i alm. anvendes temmelig Al_2O_3-fattige malme, har slaggerne krystallinsk kjærne med et »overfladeglas»[2]), der efter sammensætningen og afkjölingens hurtighed har en tykkelse oftest mellem ca. 0.5 og ca. 1.5—2 cm. De egentlige glasslagger derimod bestaar af tomme- til fod-tykt glas, der i alm. förer temmelig ubetydelige krystaludsondringer.

Selv har jeg ikke havt anledning til at besöge en eneste masovn, hvor Al_2O_3-rige glasagtige slagger falder; derimod har jeg lejlighedsvis studeret forholde, vedrörende ganske analoge smeltemasser, ved en anden slags hytteproces, nemlig ved tilgodegjörelsen af den bekjendte Mansfelder-Eislebener kobberskifer. Denne nedsmeltes i store, masovnlignende skaktovne; driftsmethoden er, hvad slag-dannelsen i og for sig betræffer, aldeles identisk med den, der finder sted ved masovne; vi maa derfor kunne tage de forholde, der angaar slaggerne [3]) fra Mansfelder-distriktet, som norm for de Al_2O_3-rige, ikke stærkt basiske smeltemasser i sin almindelighed. — Slaggerne fra de forskjellige Mansfelder-hytter (Kochhütte, Krughütte, Kupferkammerhütte o. s. v.) karakteriseres i det hele og store ved at före ca. 50 % SiO_2 (ɔ: ved surstofforhold ca. 1 : 1.50—1 : 1.60), ca. 16 % Al_2O_3, ca. 20 % CaO, ca. 4 % MgO, ca. 8 % FeO og lidt ZnO, Cu_2O o. s. v. (se analyse no. 141—143). Ved hver enkelt hytte (ɔ: fra hvert enkelt grube-revier) varierer altid sammensætningen lidt fra den opförte normal, men de indbyrdes differencer er i regelen temmelig ubetydelige [4]). — I ældre tider blev raaslaggen behandlet, som vanligt er ved hytteværk ɔ: man tappede den ud og lod den afkjöle sig i luften under ordinære forholde; hertil medgik i regelen et

---

[1]) Naar de SiO_2-rige emaljslagger fraregnes.

[2]) ɔ: glashinde mod alle afkjölingsflader; ved olivinslaggerne er glasset gjerne fuldt af fine olivin-mikrolither, ved augitslaggerne derimod er det omtrent aldeles rent, uden nogensomhelst krystaludsondring. Jo MgO-rigere eller mere basisk slaggen er, des tyndere er, under ellers lige forholde, overfladeglasset.

[3]) Al_2O_3-fattige masovnsslagger af samme surhedsgrad som den fra Mansfeld, f. ex. de fra Bångbro, Sandviken, Hofors o. s. v. har gjennemgaaende krystallinsk kjærne, endskjönt de er ligesaa CaO-rige og MgO-fattige som Mansfelder-slaggen. FeO virker, i alle fald i nogenlunde basiske smeltemasser, i kanske vel saa stærk grad som MgO til at fremme krystallisationen; de nævnte slagger skulde altsaa, hvis de ikke havde været saa Al_2O_3-rige, have været mere krystallinske end no. 141—143.

[4]) Naar den egentlige kobberskifer smeltes; den saakaldte »Sanderz» (ved Sangerhäusener-Hütte) gjör slaggen relativt SiO_2-rig og Al_2O_3-fattig.

tidsrum af kun nogle faa timer. Den herved erholdte slag bestod i hele sin masse af næsten gjennemgaaende rent glas; paa grund af den fysiske beskaffenhed var den yderst spröd, kunde altsaa ikke anvendes til nogetsomhelst. Fölgen var, at slag-halderne voxede kontinuerlig; da produktionen er overmaade stor, fik man tilslut rene slag-bjerge lige ind paa hytterne. Dels for simpelthen at spare paa pladsen og dels for at faa et produkt, som kunde afhændes med fordel, begyndte man for nogle aar siden med at afkjöle slaggen extraordinært langsomt, saa den kunde faa tid til at krystallisere ordentlig ud og derved blive fast og anvendelig til gadesten og lign.[1]). Processen udföres paa den maade, at store gryder eller vogne, indeholdende frisk udtappet, endnu livlig flydende slag, föres hen til sandsletter i umiddelbar nærhed af hytterne, hvor smeltemassen stöbes ud i sandformer; saa snart som mulig kastes et lag sand af tykkelse ca. 1 dm. over den glödende masse, saa denne blir omgivet med daarlige varmeledere paa alle sider. Afkjölingen ned til ca. 100° C. medtager i regelen et tidsrum af ca. $2\frac{1}{2}$—3 dage. Som resultat erholdes en særdeles haard og seig, gjennemgaaende krystallinsk masse (den saakaldte »Getemperte Schlacke»), som i alm. ikke engang viser spor af overfladeglas. De aabne rum inde i slagstenene er kun yderst sjelden beklædte med frit udviklede krystaller[2]); gode, maalbare individer findes neppe nogensinde. Et par stuffer, som jeg blev opmærksom paa ved mit besög, viste rudimentære augitkrystaller.

Til mikroskopisk undersögelse foreligger præparat af den »getemperte» slag og af glas, relativt hurtig afsondret, med en aare af krystallinsk udsondret substans. Begge steder iagttages et mineral, hvis vigtigste kriterier er fölgende: Mineralet er udviklet i lang-söjleformige krystaller, som har spaltbarhed ∓ længderetningen, og som i regelen slukker skjævt ud; udslukningsvinkelen er indtil ca. 38° stor. I tversnit sees mineralet begrænset af to omtrent lodret paa hinanden staaende flader; udslukningen gaar symetrisk mod disse. Mineralet er opbygget af straaler efter længeretningen (c) samt fjærformig efter to retninger, som danner vinkel ca. 20° med c.

[1]) I de senere aar brolægges Leipzig, Halle, Magdeburg og omliggende stæder næsten udelukkende med slagsten fra Mansfelder-distriktet.

[2]) Til sammenligning anföres, at ved svenske masovne, som producerer bisilikat-slagger med midlere CaO-gehalt, kan man altid finde frit udviklede augitkrystaller i massevis.

Det har meget levende interferensfarver. — Heraf sluttes, at mineralet er mono- eller a-symetrisk; da alle egenskaber stemmer med dem, der er karakteriserende for augit, maa med fuld sikkerhed kunne uddrages det resultat, at det netop er dette mineral, vi har for os. Dette stemmer ogsaa med slaggens chemiske sammensætning, idet surstofforholdet er ca. 1 : 1.50 eller lidt derover, og idet proportionen mellem CaO og MgO, MnO, FeO (mellem ca. 1.50 og ca. 2.20 Ca mod 1 RO) angiver, at ikke det hexagonale mineral eller nogen af de övrige pyroxener skal danne sig, men derimod den egentlige augit.

Krystallerne, som kun yderst sjelden er klare og gjennemsigtige, er ofte samlet i grupper med radial-straalig struktur. Den allerstörste del af de krystallinske partier bestaar af en dunkel, emaljlignende masse, med gitterformigt opbyggede augitkrystaller.

Af övrige glasagtige slagger er tidligere omtalt de to melilith-förende (no. 89 og 90); om den sidste har vi at tilföje, at den, foruden de store melilith-mikrolither (se fig. 32), ogsaa förer en hel del smaa, meget tynde, tilsyneladende sorte og uigjennemsigtige naale, der ofte er samlede i bundter med fælles centrum, hvorfra de enkelte individer synes at udgaa i aldeles vilkaarlige retninger.

Mikroskopisk præparat af slag no. 140 (surstofforhold 1 : 1.56, 12.98 % Al_2O_3, 1.92 CaO : 1 RO) viser glas med en del altid yderst smaa, gitterformigt opbyggede mikrolither, som har levende interferensfarver. Efter opbygnings-forholdene og udslukningen, som antyder det mono- eller a-symetriske system, er det sandsynligt, at mikrolitherne bestaar af augit; sikker bestemmelse kan ikke finde sted, da de enkelte individer er altfor smaa (i höjden 0.015 mm. lange). — De hidtil omhandlede glasagtige slagger har samtlige indeholdt i alle fald lidt krystalsubstans; det modsatte er tilfælde med f. ex. et tommetykt glas fra Lerbacher masovn, Harz, idet der her ved mikroskopisk undersögelse ikke engang kan opdages spor af udsondrede mikrolither el. lign.

Som resultat af de her refererede studier erholdes, at i de undersögte fald har der i de Al_2O_3-rige, glasagtige slagger, naar overhovedet en krystallisation har fundet sted, altid dannet sig netop det mineral, som efter surstofforholdet, beregnet paa vanlig vis (med Al_2O_3 som base) og proportionen mellem CaO og MgO skulde formodes efter vor oversigtstabel (se herom senere).

For mere detailleret at kunne studere den indflydelse, som lerjorden udöver paa krystallisations-processen i vore smeltemasser, skal vi stille op mod hinanden Al_2O_3-procenten i vore vanlige krystallinske slagger og i de glasagtige med tilsvarende surstofforhold og CaO : MgO-kvotient.

Alle de mig til dato kjendte analyser, tilsammen 42, af krystallinske slagger, som förer frit udviklede augitkrystaller, eller som ved mikroskopisk undersögelse viser sig at bestaa af augit, er opförte i dette arbejde (se no. 1—16 og no. 160—177). Af disse holder: 4 mellem 1 og 2 % Al_2O_3, 6 mellem 2 og 3 %, 8 mellem 3 og 4 %, 11 mellem 4 og 5 %, 9 mellem 5 og 6 %, 1 mellem 6 og 7 %, 1 mellem 7 og 8 % og kun de resterende 2 mellem 8 og 9 %, nemlig resp. 8.10 og 8.54 % Al_2O_3 [1]). Om de to sidstnævnte (fra resp. Mohärnshyttan og Bångbro) betones specielt, at de er gjennemgaaende krystallinske ɔ: 8—9 % Al_2O_3 kan ikke i mærkbar grad hæmme krystallisationen i smeltemasser, der som resultat skal levere augit. — Derimod udviser analyserne af de Al_2O_3-rige bisilikater, at allerede ca. 12 % Al_2O_3 er tilstrækkelig til at lægge væsentlige hindringer i vejen for krystal-dannelsen, idet vore samtlige slagger med saa stor lerjordsgehalt eller derover gjennemgaaende er blevne glasagtige [2]) (efter at afkjölingen har gaaet for sig under normale forholde).

Af vore analyser, tilsammen 31, af olivinslagger (heri iberegnet fayalit- og tephroit-slaggerne) holder [3]): 3 mellem 1 og 2 % Al_2O_3, 2 mellem 2 og 3 %, 7 mellem 3 og 4 %, 5 mellem 4 og 5 %, 3 mellem 5 og 6 %, 5 mellem 7 og 8 %, 1 mellem 8 og 9 %, 2 mellem 9 og 10 %; kun i den resterende, nemlig i stivslag fra Kongsberg sölvværk (hvori der vistnok ikke med fuld sikkerhed er bleven paavist noget olivinmineral) indgaar mere, nemlig ikke mindre end 13.35 % Al_2O_3 [4]). — Om disse slagger maa bemærkes: MgO-förende olivinslagger,

[1]) Analyse no. 177 kan vi ikke tage noget hensyn til, da den ikke repræsenterer augit, dannet paa vanlig vis i slag, men derimod det samme mineral, afsat paa stelvæggene inde i en ovn; krystallisationen maa her have gaaet relativt meget langsomt for sig.

[2]) Slag no. 140, med 12,98 % Al_2O_3, bestaar efter mikroskopisk undersögelse af glas med kun ca. 1 % krystal-udsondringer (efter skjön). No. 136 og 137, med resp. 12,10 og 14,82 %, er næsten rent glas; om no. 141—143, med 16—18 %, er tidligere talt.

[3]) I to slagger (no. 51 og 54) er Al_2O_3-gehalten saa liden, at den ikke er angivet.

[4]) Andre analyser af samme slag viser 18.58, 17.65, 15.4 og 10.4 % Al_2O_3 (Norsk tekn. tidskrift, 1883).

med i alle fald saa meget som 6 % Al_2O_3, fra svenske masovne udmærker sig i særlig grad ved gjennemgaaende at vise krystallinsk udvikling; overfladeglasset er her ganske tyndt eller fattes fuldstændig. Slag no. 30, med 7.75 % Al_2O_3, bestaar af glas, hvori ligger en utallighed af temmelig store olivin-mikrolither; slag no. 44, med 7.84 % Al_2O_3, er tommetykt glas med en del krystalkugler; no. 34 og 58, med resp. 8.92 og 9.97 % Al_2O_3, förer usædvanlig meget glas; i no. 59, med 9.85 % Al_2O_3, indgaar lidt spinel samt en del CaS; da der desuden optræder en hel del temmelig store olivinkrystaller, har slaggen makroskopisk gjennemgaaende krystallinsk udseende; under mikroskopet sees, at der er en hel del glas tilstede. — Disse undersögelser antyder, at allerede ca. 8 % Al_2O_3 maa være tilstrækkelig til at give slagger, hvor der danner sig MgO-olivin, en lidt glasagtig habitus. Da MgO i basiske slagger, ifölge den praktiske erfaring, i usædvanlig stor grad bidrager til at fremme krystallisationen (idet MgO-olivin med stor lethed konstitueres), udfordres der sandsynligvis en overmaade stor Al_2O_3-gehalt, for at de hidhörende slagger skal blive gjennemgaaende glasagtige [1]).

Fayalitslaggerne no. 47 og no. 49 (med resp. 7.50 og 7.89 % Al_2O_3) er gjennemgaaende krystallinske [2]). — Stivslaggen fra Kongsberg (med i alm. ca. 14 % Al_2O_3) udmærker sig ved at være meget mindre krystallinsk udviklet end ordinære slagger fra tilsvarende smeltninger, et forhold, som ikke kan tilskrives andet end den store Al_2O_3-gehalt. Ved mikroskopisk undersögelse af en forholdsvis grovkrystallinsk stuf er paavist en sort, uigjennemsigtig $RO \cdot R_2O_3$-forbindelse (sandsynligvis magnetit) samt et silikat-mineral, som har stor lighed med fayalit, men som aldrig er udviklet i saa store individer, at aldeles sikker bestemmelse er mulig.

Til disposition staar 12 analyser af slagger, förende det nye, hexagonale kalksilikat; af disse holder: 4 mellem 3 og 6 % Al_2O_3, 3 mellem 6 og 9 %, 1 mellem 9 og 12 %, 3 mellem 12 og 15 %, nemlig resp. 12.35, 13.0 og 14.78 %; den resterende, no. 70, holder lidt over 15 % (to analyser af samme material viser 15.28 og 15.43 %). Af denne serie synes at

---

[1]) I saadanne Al_2O_3-rige, MgO-förende smeltemasser, som neppe nogensinde anvendes i praxis, vil formentlig spinel danne sig, hvoraf resulterer, at vi ikke faar noget rent glas.

[2]) Muligens delvis begrundet i, at Al_2O_3 her for en del kan være konsumeret til dannelse af $FeO \cdot Al_2O_3$(?)

maatte fremgaa, at det hexagonale mineral med nogenlunde lethed maa kunne danne sig i smeltemasser med i alle fald indtil ca. 15 % Al_2O_3; lerjorden virker altsaa i de smeltemasser, hvori det hexagonale mineral skal danne sig, ikke saa stærkt hæmmende paa krystallisationen som ved augitslaggerne. At den dog ogsaa her har en vis indflydelse, fremgaar ved studium af slaggerne no. 138 og no. 139 (med resp. 17.30 og 17.33 % Al_2O_3); disse, som efter surhedsgraden og proportionen mellem CaO og MgO med MnO, FeO (med resp. 5.72 og 11.04 CaO mod 1 RO) skulde levere det hexagonale mineral, er blevne rent glasagtige, uden spor af makroskopisk synbare krystal-udsondringer.

Da der i normal melilith altid indgaar en hel del Al_2O_3, nemlig 14.53 % eller noget derover, resp. derunder (eftersom RO er CaO alene eller CaO med resp. noget MgO eller noget alkalier), skulde det ventes, at de basiske, CaO-rige og Al_2O_3-förende slagger skulde blive mest krystallinske, naar de indeholder netop saa meget Al_2O_3, som der udfordres for at konstituere det mineral, som skal krystallisere ud. I virkeligheden finder vi, at CaO-rige singulosilikater er gjennemgaaende krystallinske (efter makroskopisk udseende), naar de holder 10—15 % Al_2O_3 (se analyse-rækkerne). Om de mere Al_2O_3-fattige skal faa lidt glasagtig habitus, kan ikke afgjöres, da fornödent material ikke staar til disposition. Derimod viser det sig, at vore to slagger no. 90 og 89, med resp. 24.12 og 29.31 % Al_2O_3, næsten udelukkende bestaar af glas. Det overskud over den normale Al_2O_3-gehalt i melilith, som disse slagger indeholder, svarer tilnærmelsesvis til den hele procent Al_2O_3 i olivin-, delvis ogsaa i augit-slaggerne.

Ren CaO-gehlenit holder 26.34 % Al_2O_3; CaO-rige smeltemasser af surstofforhold 1 : ca. 0.6—0.7 skulde fölgelig, i henhold til den nys refererede fremstilling, ikke blive glasagtige forinden ved en Al_2O_3-gehalt af $26.34 + 10—15 =$ ca. 36—41 %, — en gehalt, hvorom der i praxis neppe nogensinde kan være tale. Da der tilmed ved en i den grad overvældende lerjordsmasse altid vil danne sig spinel, kan det ikke formodes, at særdeles stærkt basiske, CaO- og Al_2O_3-rige slagger overhovedet nogensinde skal blive glasagtige. Vi finder heller ikke, saavidt vides, at der til dato er kjendt glasagtige slagger af den nævnte surhedsgrad.

Da det nye, CaO- og SiO_2-rige tetragonale mineral holder mindre Al_2O_3 end melilith, nemlig antagelig kun ca. 6—8 %, maa formodes, at nogenlunde CaO-rige smeltemasser af surhedsgrad ca. 1 : 1.30—1 : 1.50 ikke blir glasagtige forinden ved en Al_2O_3-gehalt af ca. 16 %.

En gehalt af med rundt tal ca. 10 % Al_2O_3 synes i smeltemasser midt mellem bi- og singulosilikat at befordre dannelse af glimmer, naar de övrige betingelser derfor er tilstede.

Analyse af *lerjordsrige, glasagtige slagger.*

	No. 136.	No. 137.	No. 138.	No. 139.	No. 140.
SiO_2	55,40	56,57	51,25	49,80	49,60
Al_2O_3	12,10	14,82	17,30	17.33	12,98
CaO	20,33	15,79	26,25	28,60	25,15
MgO	3,63	5,70	2,25	1,12	4,55
MnO	4,65	2,85	1,26	0,53	5,40
FeO	1,02	2,75	0,64	0,77	3,21
K_2O	2,21	—	—	— [1]	—
Na_2O	0,06	—	—	—	—
Sum	99,40	99,48	98,95	99,25	100,89

Surstofmængderne i

	No. 136.	No. 137.	No. 138.	No. 139.	No. 140.
O i SiO_2	29,55	30,17	27,33	26,56	26,45
» » Al_2O_3	5,64	6,91	8,06	8,08	6,05
» » CaO	5,81	4,51	7,50	8,17	7,19
» » MgO	1,45	2,28	0,89	0,45	1,82
» » MnO	1,05 } 8,94	0,64 } 8,04	0,28 } 8,81	0,12 } 8,91	1,22 } 10,94
» » FeO	0,23	0,61	0,14	0,17	0,71
» » alk.	0,40	—	—	—	—
Surstofforhold	1 : 2,03	1 : 2,02	1 : 1,62	1 : 1,56	1 : 1,56

	No. 89.	No. 90.		No. 141.	No. 142.	No. 143.
SiO_2	43,37	39,68		50,00	48,22	48,38
Al_2O_3	29,31	24,12		15,67	16,35	18,17
CaO	15,48	30,33		20,29	19,29	19,50
MgO	8,25	3,17		4,37	3,23	3,02
MnO	2,38	0,18		—	—	—
FeO	0,50	0,34		8,73	10,75	5,89
K_2O	—	0,48	Cu_2O	0,67	0,75	0,23
Na_2O	—	0,62	ZnO	1,11	1,26	3,57
CaS	—	0,74	Fl	—	—	0,99
Sum	99,29	99,66		100,84	99,85	99,75

Surstofmængderne i

	No. 89.		No. 90.			No. 141.		No. 142.		No. 143.	
O i SiO_2	23,13		21,16			26,67		25,72		25,80	
» » Al_2O_3	13,66		11,24			7,30		7,62		8,47	
» » CaO	4,42		8,67			5,80		5,51		5,57	
» » MgO	3,30		1,27			1,75		1,29		1,21	
» » MnO	0,54	8,37	0,04	10,33		—	9,78	—	9,50	—	8,8[illegible]
» » FeO	0,11		0,08			1,94		2,37		1,31	
» » alk.	—		0,22		O i Cu_2O. ZnO	0,29		0,33		0,74	
Surstofforh.	1 : 1,05		1 : 0,98			1 : 1,56		1 : 1,50		1 : 1,49	

No. 136—140 og no. 89—90 er masovnsslagger.

No. 136. Fra *Bay Furnace*, pr. *Lake superior*, aar *1876*, ved brug af trækul (analyseret af TH. ANDRÉE). Slaggen danner et lysviolet glas, hist og her med emaljpartier.

No. 137. Fra *Richmond Furnace*, *Massachusetts*, falden ved fremstilling af kanontackjern, se Jernkontorets Annaler, 1868, pag. 207 (A. BAGGE). Bergskolans exemplar, som er meget stort, danner et homogent, lysegrönt glas, uden spor af makroskopiske krystalud-

sondringer. — Alkalier har her rimeligvis hjulpet Al_2O_3 i at hindre krystallisationen.

No. 138. Fra *Werchnee Turinsh, 1878* (C. G. SÄRNSTRÖM), falden ved fremstilling af kanontackjern. Slaggen danner et over tommetykt, aldeles rent glas, af violet farve.

No. 139. Fra *Bogsta* i *Columbia, 1875* (J. S. EKROB). Slaggen danner over tommetykt, rent glas, af brunviolet farve, uden spor af makroskopisk synbare krystaludsondringer. [1]) + 1.10 % TiO_2.

No. 140. Fra *Bay furnace, 1876*, ved smeltning, til bessemertackjern, af malmer fra omegnen af *Lake superior* (E. F. F. HOPPE). Tommetykt glas, uden makroskopisk synbare udsondringer, med en kjærne, bestaaende af glas med ganske fine mikrolither. Se tidligere beskrivelse.

No. 89. Fra de *Demidoff'ske værk, 1879* (se side 145, under melilith).

No. 90. Fra en masovn ved *Lake superior* (se side 145, under melilith).

Alle disse analyser er udförte paa Stockholms Bergskola.

No. 141—143 repræsenterer sammensætningen af raaslag fra *Mansfelder-Eislebener*-værkene (hvor den bekjendte kobberskifer smeltes). No. 141 og no. 142 er slag fra Kupferkammerhütte (lige ved Mansfeld), analyseret af HOFFMANN; ved no. 143 er nöjere lokalitet ikke angivet. — Disse analyser er tagne af PLATTNERS og BRUNO KERLS læreböger i metallurgie.

Lerjordens optræden i slagger.

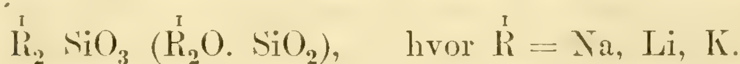
Inden den metallurgiske videnskab har der været fremsat forskjellige formeninger angaaende den rolle, som lerjorden (Al_2O_3) spiller i slagger (eller smeltemasser overhovedet). Enkelte har holdt paa, at den altid skal optræde som base, paa lignende maade som de enatomige, altsaa dannende silikater af form $Al_2O_3 . (SiO_2)_n$; andre har troet, at den altid skal fungere som syre, i lighed med kiselsyren, altsaa dannende aluminater af form $(RO)_n\ Al_2O_3$, og atter andre, at den undertiden, nemlig i de sure smeltemasser, skal spille rolle som base, medens den til andre tider, nemlig i de basiske, skal være syre. —

Spörgsmaalet har af flere grunde ren praktisk interesse, idet saavel den intensitet, hvormed den flydende slag angriber herd- eller stel-materialet, som den, hvormed kiselsyren fastholder sine baser[1]), afhænger af surhedsgraden.

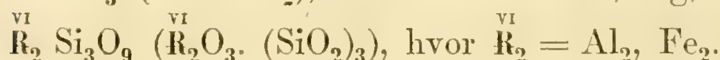
Den eneste maade, hvorpaa det her antydede problem kan löses, er ved at faa det reduceret til en diskussion af lerjordens optræden i de mineraler, som krystalliserer ud i vore smeltemasser.

Vi skal först behandle de SiO_2-rige slagger. — I disse danner der sig, som vi har seet, altid et eller andet til pyroxengruppen hörende mineral; vi er derfor nödt til at begynde med at gjennemgaa den stilling, som lerjorden indtager i de naturlige pyroxener (og hornblender). — Som bekjendt har dette forhold i tidligere dage været meget omtvistet, men man har dog nu, fornemmelig gjennem RAMMELSBERGS, TSCHERMAKS og DOELTERS arbejder, naaet frem til temmelig stor klarhed, om der vistnok endnu er et par ikke ganske udredede punkter.

Ifölge RAMMELSBERGS Mineralchemie (1875, pag. 378) bestaar »det störste flertal af leddene (i pyroxen- og hornblendegrupperne) af de normale silikater (ↄ: hvad vi her kalder bisilikater) og isomorfe blandinger af samme. Disse er


$\overset{I}{R}_2\, SiO_3\ (\overset{I}{R}_2O.\ SiO_2)$, hvor $\overset{I}{R} = Na, Li, K.$


$\overset{II}{R}\, SiO_3\ (\overset{II}{R}O.\ SiO_2)$, hvor $\overset{II}{R} = Ca, Mg, Fe, Mn, Zn.$


$\overset{VI}{R}_2\, Si_3O_9\ (\overset{VI}{R}_2O_3.\ (SiO_2)_3)$, hvor $\overset{VI}{R}_2 = Al_2, Fe_2.$

Af disse forekommer kun $\overset{II}{R}\, SiO_3$ for sig alene.

I mange augiter og hornblender, især i de sorte, som er indvoxede i bergarter, findes lerjorden (og jernoxydet) dog ikke som normalt silikat, men enten for sig alene som accessorisk bestanddel eller som $\overset{II}{R}\, Al_2\, SiO_6$ tilblandet det rene silikat«, —, med andre ord, de sidstnævnte augiter (og hornblender) bestaar af $\overset{II}{R}\, SiO_3$ eller $\overset{I}{R}_2\, SiO_3$ med tilblanding af Al_2O_3, hvilken enten forekommer fri som saadan eller indgaaende i et silikat af form $\overset{II}{R}\, Al_2\, SiO_6$. — For at forklare den isomorfi, som maa ligge til grund for tilblandingen af lerjorden, har man tænkt sig at kunne skrifve $\overset{II}{R}\, SiO_3$ som $(\overset{II}{R}\, \overset{IV}{Si})O_3$, hvor den förstnævnte atomgruppe paa grund af den chemiske ekvivalens med $(\overset{VI}{Al_2})$ skulde kunne gjöre forbindelsen $\overset{II}{R}\, SiO_3$ isomorf med Al_2O_3 - og forme-

[1]) Se herom f. ex. under jernoxydul i slagger (næste afsnit).

len $\overset{II}{R}\,Al_2\,SiO_6$ har man tænkt at kunne bringe i overensstemmelse med $R\,SiO_3$ eller $R_2Si_2O_6$ ved at opfatte den sidste som $\overset{II}{R}\,.\,(\overset{II}{R}\,\overset{IV}{Si})\,SiO_6$, hvor $(\overset{II}{R}\,\overset{IV}{Si})$ skulde svare til $(\overset{VI}{Al_2})$.

Forinden vi gaar videre, skal vi levere et kort referat af et nys udkommet arbejde af C. DOELTER, »Zur Synthese des Pyroxens»[1]). — Der blev af D. foretaget to sviter af synthetiske undersögelser: 1) Dels smeltedes naturlig diopsid (fra f. ex. Nordmarken, Arendal) sammen med amorf Al_2O_3 eller Fe_2O_3; som resultat erholdes augit, magnetit, spinel, jernglans, anorthit, undertiden ogsaa jernrig glasbasis, muligens endnu mere; ikke noget sted indtraadte en enkel fælles-krystallisation mellem oxyderne og diopsiden, idet der aabenbart overalt dannede sig nye forbindelser. 2) De lerjord- og jernoxyd-rige augiters bestanddele smeltedes sammen i forholdet 1 RO : 1 R_2O_3 : 1 SiO_2. I smeltemassen krystalliserede ud augit, naar afkjölingen foregik nogenlunde langsomt; undertiden bestod det hele produkt udelukkende af det nævnte mineral. Heraf drager D. den slutning, at augit af sammensætning normal $RO.\,R_2O_3.\,SiO_2$, uden iblanding af $\overset{II}{R}\,SiO_3$ eller $\overset{I}{R}_2\,SiO_3$, kan existere, og dernæst, at en saadan forbindelse kan konstitueres ved smeltning (og nogenlunde langsom afkjöling). — Om D.'s undersögelses-række no. II er flere anmærkninger at gjöre: For det förste gives ikke noget sted fuld detailbeskrivelse af det erholdte mineral, saa det ikke kan kontrolleres, om bestemmelserne overalt har været korrekte[2]). Dernæst skulde det ventes, i henhold til den erfaring, som er vundet af de franske mineralsynthetikere m. m. m., at der ubetinget skulde have dannet sig en hel del spinel og magnetit i de smeltemasser, som D. har beskjæftiget sig med; disse er nemlig gjennemgaaende stærkt basiske (med f. ex. 25.00, 26.34, 39.33 % SiO_2), förer altid meget R_2O_3 (f. ex. 34.3 % Al_2O_3 & 13.3 % Fe_2O_3, 25.39 % Al_2O_3 & 30.77 % Fe_2O_3) samt en hel del MgO og FeO. Baade ved den hurtige afkjöling, som i det hele og store har fundet sted ved de i dette arbejde omhandlede slagger, og ved den

---

[1]) Neues Jahrb. für Min., Geol. und Pal. 1884, II, pag. 51.

[2]) Ingen paalidelig slutning kan f. ex. drages af fölgende: ». . . . Hin und wieder sieht man ein grün gefärbtes, in Körnern vorkommendes Mineral, das anfangs für Spinell gehalten wurde, aber anisotrop ist, daher auch Augit sein dürfte» (pag. 60). — Et sted omtales $MgO.\,R_2O_3.\,SiO_2$ som ordinær augit, et andet sted som formentlig værende rhombisk. — Experimenterne udförtes med et material paa kun 4—6 gram (o: saa meget som en terning med side 1 cm. eller lidt derover).

relativt langsomme, som er bleven anvendt af de fleste tidligere mineral-synthetikere, har man altid erholdt magnetit[1]), resp. spinel i de basiske R_2O_3 og FeO eller MgO-rige smeltemasser; det kan derfor ikke forstaaes, hvorfor ikke ogsaa D. har faaet de samme endeprodukter.

De slutninger, som D. uddrager af sine experimenter, kan selv om vi accepterede dem i sin helhed — ikke uden videre overföres at gjælde ogsaa for de her omhandlede smelteprodukter, idet krystallisationen i de sidstnævnte har gaaet relativt meget hurtig for sig.

I de fölgende skal vi gjennemgaa de resultater, som fremgaar ved detailleret studium af vore slagger med tilhörende analyser. — I bisilikat-smeltemasserne har der, som tidligere omhandlet, altid först krystalliseret ud et pyroxen-mineral; desuden optræder jævnlig en del glas. Den indbyrdes proportion mellem disse to bestanddele gjengives i fölgende oversigt:

Slag fra Ringshyttan (surstofforhold[2]) 1 : 2.49). Veksel af augit og glas, begge i meget fine partier.

Wikmanshyttan (1 : 2.42). Dels augit, dels rhombisk pyroxen(?), begge liggende i og vekslende med glas.

Högfors, 1874 (wollastonit-slag, 1 : 2.38). Temmelig meget glas.

Seglingberg (1 : 2.27). Temmelig meget glas.

Næs i Dalarne (1 : 2.12). Temmelig meget glas.

Tansá (wollastonit-slag, 1 : 2.10). Temmelig meget glas.

Carlsdal (1 : 1.97). Omtrent udelukkende augit, ogsaa i mellemrummene mellem de primære stænger (efter ∞P & 5P), uden spor af glas, naar et par smaa glas-indeslutninger fraregnes.

Hofors (med baade rhodonit og augit, 1 : 1.97). Paa enkelte steder i de mikroskopiske præparater er der kun meget lidet glas tilstede.

Sunnemo (1 : 1.94). Augit, med rhombisk pyroxen(?), med meget lidet glas.

Löfsjöen (1 : 1.94 eller 1 : 1.93). Paa enkelte steder glas med augit og rhombisk pyroxen(?), paa andre steder disse to alene, uden spor af glas, naar smaa, indesluttede glaspartier fraregnes.

---

[1]) Ved gjennemgaaelsen af hypersthen bemærkes bl. a. af F. FOUQUÉ ET M. LÉVY (Synthèse d. m. et d. r., pag. 111): »Quand on n'emploie pas un excès de silice, le fer passe à l'état de magnétite sans s'incorporer dans les silicates.»

[2]) Naar Al_2O_3 i sin helhed medregnes bland baserne.

Långshyttan (1 : 1.78). Temmelig lidet glas.

Westanfors (rhodonit-slag, 1 : 1.65). Her har först ca. $\frac{2}{3}$ af den hele masse konstitueret sig til rhodonit, altsaa til et bisilikat-mineral; moderluden er derved bleven saa basisk, at surstofforholdet er sunket ned til ca. 1 : 1.15; under disse forholde har et mineral, som efter alle kjendetegn maa være fayalit, begyndt at krystallisere ud. Tilslut er dannet spor af glas.

Sandviken (1884, antagelig 1 : 1.55). Mellem augit-stængerne er der en hel del glas.

Af denne serie sluttes, at kun de smeltemasser, som staar bisilikatet[1]) meget nær, omtrent i sin helhed gaar over til pyroxen-mineral; saavel i de SiO_2-rigere som i de fattigere optræder der ved siden af augit, resp. rhodonit o. s. v. altid en del glas, et sted desuden fayalit. — Vi vil særlig fæste opmærksomheden ved, at de fire slagger fra Carlsdal, Sunnemo, Hofors og Löfsjöen maa have en chemisk sammensætning meget nær augitens; hvis her Al_2O_3 antages at indgaa i det sig dannende mineral som $Al_2O_3 . (SiO_2)_3$, erholdes surstofforholdet at være = resp. ca. 1 : 1.97, 1.94, 1.94 og 1.93. Skulde derimod Al_2O_3 existere som saadan eller i et silikat $RO. Al_2O_3. SiO_2$, hvorved slaggerne i sin helhed maatte kunne opfattes som $(RO)_n SiO_2 + m Al_2O_3$, vilde n faa værdien resp. 2.51, 2.28, 2.12 og 2.20. Om end, under den sidst gjorte forudsætning, den ene af disse sammensætninger saa fuldstændig, som tilfældet er, muligens skulde kunne krystallisere ud som augit, kan de övrige[2]) umulig gjöre det ɔ: lerjorden maa her indgaa som $Al_2O_3. (SiO_2)_3$, ikke under formen $RO. Al_2O_3. SiO_2$.

Heraf kan uden videre udledes den mere generelle analogislutning, at i smeltemasser af sammensætning bisilikat eller derover optræder Al_2O_3 som base, omtrent paa samme maade som de enatomige RO-baser.

Af DOELTERS nys refererede arbejde synes at fremgaa, at Al_2O_3, i alle fald ved langsom afkjöling, i de relativt mere basiske smeltemasser kan komme til at indgaa i pyroxen-mineralerne under form $RO. Al_2O_3. SiO_2$; desuden er A. MERIAN i en netop udkommet afhandling Studien an gesteinsbildenden

[1]) Naar Al_2O_3 i sin helhed medregnes blandt baserne.
[2]) Heldigvis indeholder den slag (nemlig no. 7, med 1 : 1.97), som næsten i sin helhed bestaar af augit, ikke mindre end 7.04 % Al_2O_3; lerjordens rolle kan derfor her temmelig detailleret udforskes.

Pyroxene»[1]) kommet til det resultat, at ved aftagende SiO_2-gehalt i nogle af ham undersögte bergarter voxer i det hele og store augiternes gehalt paa $RO. R_2O_3. SiO_2$, medens $RO. SiO_2$-gehalten synker. — Der er fölgelig grund til paa forhaand at formode, at den augit, som optræder i smeltemasser, der er beliggende mellem surhedsgrad ca. 1 : 2.00 og ca. 1 : 1.50, skal holde Al_2O_3 under formen $RO. Al_2O_3. SiO_2$. Vi skal forsöge ved studium af vore slagger at afgjöre, hvorledes det hermed kan forholde sig. — Slag fra Långshyttan (no. 11) kan opfattes som næsten nöjagtig bestaaende af $RO. SiO_2 + m\,Al_2O_3$; den skulde altsaa, under den gjorte forudsætning, omtrent i sin helhed kunne være gaaet over til augit, men vi finder dog, at den holder en del glas (efter skjön ca. 15 %). De tre slagger fra Bångbro (se tillægget) kan skrives som $(RO)_n\,SiO_2 + m\,Al_2O_3$, hvor n = resp. 2.21, 1.88 og 1.82; her skulde fölgelig ventes, hvis Al_2O_3 indgik som saadan (eller som $RO. Al_2O_3. SiO_2$), at der skulde have dannet sig en hel del bisilikat-mineral, men i virkeligheden finder vi kun meget lidet, nemlig kun ca. 25 %, af den egentlige, normale augit. Aldeles paa samme maade forholder det sig med augit i f. ex. slag fra Sandviken, 1884. — Efter disse undersögelser kan ikke öjnes nogen omstændighed, som taler for, at slag-augiterne overhovedet nogensinde, naar de er dannede ved hurtig afkjöling, skal holde Al_2O_3 under formen $RO. Al_2O_3. SiO_2$ (eller $RO. SiO_2 + Al_2O_3$.)[2]). Heraf ledes vi igjen til at antage, at lerjorden i de oprindelig existerende smeltemasser af surhedsgrad som den her omhandlede maa fungere som base, direkte knyttet til kiselsyren. Vi har netop paavist, at saa maa være tilfælde ved de relativt surere smeltemasser, og senere skal godtgjöres, at det forholder sig paa samme maade ved de lidt mere basiske; det vilde derfor være i höjeste grad urimeligt, om det modsatte skulde indtræde ved et mellemstadium af surhedsgrad (ved ca. 1 : 1.50—1 : 1.70).

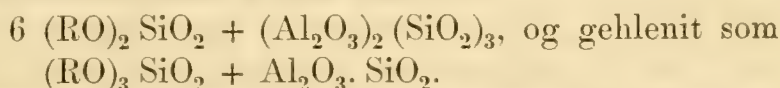
Af vore olivinslagger vilde no. 30, 34, 44 og 45 antage surstofforhold resp. 1.89, 1.73, 1.76 og 1.98, hvis Al_2O_3 opfattedes at danne et tillæg til de egentlige RO-silikater; her skulde altsaa, under den hypothetisk gjorte forudsætning, augit krystallisere ud, men saa er ikke tilfælde. Heraf sluttes uden

[1]) Neues Jahrb. f. Min., Geol. und Pal., 1884, Beilage-Band, III.

[2]) De ved relativt meget langsom afkjöling tilblevne augiter i slaggen fra Mansfeld derimod kan nok muligens delvis före lerjord paa den her anförte maade; vi finder nemlig, at disse slagger synes kun at före meget lidet, muligens endog ikke noget, frit existerende glas.

videre, at lerjorden i de nævnte slagger (der har surstofforhold, beregnet paa vanlig vis, resp. 1 : 1.50, 1.33, 1.36 og 1.55) i alle fald i det hele og store[1]) maa fungere som base, paa vanlig vis forbundet med SiO_2. Ved studium af melilith-slaggerne erholdes ligeledes, at lerjorden maa optræde paa samme maade i smeltemasser med surstofforhold ned til ca. 1 : 1.10—1 : 1.00.

De forskjellige melilith-skapolith-mineraler maa, saavidt det kan skjönnes, opfattes som dobbelt-forbindelser mellem et lerjords-silikat paa den ene side og et RO-silikat paa den anden[2]). Den egentlige melilith kan skrives som



$$6\,(RO)_2\,SiO_2 + (Al_2O_3)_2\,(SiO_2)_3, \text{ og gehlenit som } (RO)_3\,SiO_2 + Al_2O_3.\,SiO_2.$$

Vi vil specielt gjöre opmærksom paa, at saavel i disse to silikater som i den kunstige augit (eller pyroxen) har det lerjords-silikat, som indgaar i mineralerne, nöjagtig samme basisitetsgrad (eller surstofforhold) som det samtidig optrædende RO-silikat. — Heraf igjen föres vi til den opfatning, at SiO_2 ogsaa i de oprindelig existerende smeltemasser — undtagen de stærkt basiske, se herom senere — rimeligvis har været jævnt eller lige stærkt forbundet med sine samtlige baser, dannende RO- og Al_2O_3-silikater eller dobbelt-forbindelser af samme med fælles surstofforhold ɔ: det er berettiget ved udregningen af surstofforholdet —, som er et begreb, der maa bibeholdes, ikke alene af metallurgiske, men ogsaa af mineralogiske grunde, — i de nogenlunde SiO_2-rige smeltemasser uden videre at addere sammen surstofmængderne i Al_2O_3 og RO og dermed ganske enkelt dividere O i SiO_2.

Tidligere er berört, at der sandsynligvis i det hexagonale mineral kan indgaa en vis procent Al_2O_3-silikat, omtrent paa samme maade, som det forholder sig med pyroxen-mineralerne. Heller ikke i disse hörer Al_2O_3-silikatet egentlig hjemme, har saaledes, saavidt hidtil vides, ingen indflydelse paa krystalsystemet, ligesaa lidt som det optræder i fast, stöchiometrisk forhold ligeover for RO. SiO_2, men det findes der dog, i variable, tilsyneladende tilfældige, altid dog temmelig smaa mængder.

I de i naturen hidtil kjendte oliviner har man aldrig med sikkerhed kunnet paavise nogen Al_2O_3-gehalt, men alligevel kan nok tænkes, at RO-singulosilikatet, naar RO er MgO, FeO,

---

[1]) Lidt Al_2O_3 kunde tænkes at medgaa til at konstituere spinel.

[2]) Naar der ikke tages hensyn til de egentlige skapolithers gehalt af Cl, SO_3, CO_2, o. s. v.

MnO, undertiden med lidt CaO, paa samme maade som CaO-singulosilikatet, kan krystallisere ud i fælleskab med en vis procent Al_2O_3-silikat. — For denne hypothese taler det moment, at olivinslagger med ikke ganske forsvindende Al_2O_3-gehalt lejlighedsvis synes kun at indeholde en meget ringe procent glas, naar smeltemasserne ligger nær singulosilikat. Sikre slutninger kan ikke noget sted drages, da de olivinförende slagger af det nys nævnte surstofforhold aldrig indeholder nogen særdeles betydelig Al_2O_3-gehalt.

I de basiske slagger har mange, muligens endog de fleste, metallurger tænkt sig lerjorden som syre, fungerende ved siden af kiselsyren og dannende forbindelser, som man opförer med navnet aluminat. — I dette arbejde er paavist, at denne opfatning i alle fald delvis er korrekt. Det aluminat, som danner sig, er bestandig identisk med naturlig spinel; det er altsaa, for at benytte den metallurgiske benævnelse, et »tri-aluminat«. Betingelserne for, at et saadant skal kunne existere, har vi tidligere tilstrækkelig detailleret gjennemgaaet (se pag. 153—164). — Vi vil her kun minde om, at spinel til dato ikke er kjendt i masovnsslagger med surstofforhold over 1 : 1.00, videre, at det nævnte mineral kun dannes, naar der kan finde sted en massevirkning mellem Al_2O_3 og MgO eller andre RO-baser, hvortil lerjorden har stærk affinitet. Ikke paa noget sted har den hele Al_2O_3-mængde medgaaet til at konstituere spinel; i vore analyser no. 128—133 er saaledes, for at nævne et exempel, forbrugt til aluminat-dannelsen kun resp. 50, 48, 35, 28, 19 og 29 % af hele den forhaanden-værende lerjordsmængde. Grunden til dette forhold maa rimeligvis fornemmelig være at söge i, at lerjordsgehalten i moderluden aftager, eftersom aluminat udskilles; massevirkningen svækkes fölgelig lidt efter lidt. — De mineraler, som har krystalliseret ud efter spinel, nemlig i alm. melilith og gehlenit, er, som tidligere omtalt, rimeligvis at opfatte som dobbeltforbindelser mellem et RO-silikat paa den ene side og et Al_2O_3-silikat paa den anden; heraf sluttes, at rest-procenten af lerjorden i den oprindelige smeltemasse formentlig paa vanlig vis maa have været knyttet til SiO_2, ikke til RO.

I henhold til alle de her omhandlede iagttagelser og udviklinger skal vi forsöge at give oplysning om den maade, hvorpaa det saakaldte »surstofforhold« bör beregnes. — I smeltemasser, som indeholder mere SiO_2, end surstofforhold (naar Al_2O_3 i sin helhed medtages blandt baserne) = ca. 1 : 1.10—

1 : 1.20 angiver, maa i almindelighed[1]) uden videre adderes sammen surstofmængderne i Al_2O_3 paa den ene side og i samtlige RO-baser[2]) paa den anden[3]); SiO_2's surstofmængde divideres med den paa denne maade frembragte sum. I de stærkt basiske, Al_2O_3- eller MgO-rige smeltemasser derimod maa vi, for at faa et korrekt udtryk for det forhold, hvori kiselsyren staar til sine baser, först fraregne den Al_2O_3- og RO-mængde, som medgaar til konstitution af aluminatet. Nogen generel regel for den Al_2O_3-procent, som paa denne maade maa bortregnes, kan ikke gives, idet spinel-gehalten for det förste ikke er direkte proportional med Al_2O_3-procenten, og idet den dernæst afhænger af den forhaanden-værende mængde af MgO, SiO_2, o. s. v. — Vi kan dog med approximativ sikkerhed gaa ud fra, at i de ordinære basiske masovnsslagger, som fortrinsvis karakteriseres ved CaO, og som holder en del (ca. 10 %) MgO og en betydelig mængde Al_2O_3, skal ca. 50 % af Al_2O_3-gehalten fraregnes til aluminat-dannelse, naar surstofforholdet, beregnet med den hele Al_2O_3-gehalt som base, vilde blive ca. 1 : 0.50 —, ca. 35 % skal fraregnes ved surstofforhold (med Al_2O_3 i sin helhed som base) ca. 1 : 0.60, — ca. 20 % ved ca. 1 : 0.70 —, ca. 10 % ved ca. 1:0.80 —, ca. 5 % ved ca. 1:0.90; ved 1:1.00 % optræder under ordinære forholde den hele Al_2O_3-mængde som base, paa samme maade som RO-baserne. — Med den paa den nys angivne maade bestemte Al_2O_3-gehalt regnes i forbindelse saa meget RO, som forholdet RO : Al_2O_3 angiver ɔ: man subtraherer fra RO-basernes samlede surstofmængde nöjagtig en trediepart af O i Al_2O_3. Summen af den resterende surstofmængde i Al_2O_3 og RO divideres i kiselsyrens surstofmængde.

Ex. I slaggerne no. 128 og 133 er, ifölge vore analyser, resp. 50.5 og 29.1 % af den hele lerjordsmængde medgaaet til aluminatet. — Surstofmængderne i slaggernes samlede gehalt af SiO_2, Al_2O_3 og RO er resp. 13.12, 10.94 og 15.95 — samt 14.75, 10.69 og 15.77; beregnet med den hele lerjordsmængde som base vilde dette give surstofforhold resp 1 : 0.49 og 1 : 0.56. Efter det nys angivne, rent approximative schema skulde resp.

---

[1]) ɔ: undtagen ved abnormt store Al_2O_3- og MgO-gehalter.

[2]) Dog med, i alle fald for de basiske smeltemassers vedkommende, undtagelse af eventuelt forhaanden-værende Cu_2O, da denne forbindelse har saa liden affinitet til SiO_2, at den existerer fri som saadan, naar SiO_2-gehalten ikke er særdeles stor.

[3]) Efter at sulfid-gehalten er bleven fratrukket.

ca. 50 og 40 % af Al_2O_3-mængden medgaa til spinel-dannelse; af analyserne aflæses, at vi i foreliggende fald skal bortregne 50.5 og 29.1 % af surstofmængden ɔ: 5.92 og 3.11 del surstof af Al_2O_3; hertil svarer 1.97 og 1.04 del surstof i RO. Tilbage blir i de to analyser surstof i Al_2O_3 og RO resp. 5.02 og 13.98 — samt 7.58 og 14.73, sum resp. 19.00 og 22.31; dette, divideret i SiO_2's surstofmængde, giver det i foreliggende tilfælde virkelig fungerende surstofforhold, nemlig resp. 1 : 0.69 og 1 : 0.66.

Ved den nys angivne methode har vi egentlig erholdt surstofforholdet i smeltemassen netop paa det stadium, da molekylerne af forbindelsen RO. Al_2O_3 var blevne udsondrede, medens krystallisationen af silikat-mineralet endnu ikke var paabegyndt. Heraf kan ikke uden videre med exakt sikkerhed drages nogen tilbagegaaende slutning angaaende den maade, hvorpaa de enkelte radikaler var knyttede til hinanden i den oprindelig existerende smeltemasse. — Der er dog al grund til at formode, at Al_2O_3, som paa det senere stadium (nemlig ved afkjölingen) kunde kombinere sig med en del RO, ogsaa kunde gjöre sin chemiske affinitet til RO (eller sin evne til at optræde som selvstændig syre ved siden af SiO_2) gjældende allerede paa det trin, da den fuldt smeltende masse befandt sig under særdeles höj temperatur ɔ: vi ledes til den opfatning, at aluminatet (af form RO. Al_2O_3) paa en eller anden maade maa have befundet sig oplöst i den oprindelige smeltemasse. — Det nys angivne princip for beregningen af surstofforholdet i de stærkt basiske, Al_2O_3-rige slagger maa fölgelig, i alle fald i det hele og store, ogsaa gjælde for smeltemasserne, forinden afkjölingen var paabegyndt.

Af de tidligere udviklinger sluttes uden videre, at SiO_2 er en meget stærkere syre end Al_2O_3; muligens som fölge heraf fremgaar det forhold, at 1 del Al_2O_3 altid kun forbinder sig med 1 del RO, dannende tri-aluminat; de hypothetiske forbindelser bi- og singulo-aluminat savnes fuldstændig[1]).

---

[1]) De i eruptive bergarter optrædende titansyre-mineraler, nemlig hovedsagelig titanit, titanjern og perowskit, synes at vise et nogenlunde tilsvarende forhold; titanit, af sammensætning CaO. $(TiO_2)_2$ + CaO. $(SiO_2)_2$, altsaa quadri-titanat med quadri-silikat, optræder nemlig hovedsagelig i de SiO_2-rige bergarter, med surstofforhold ca. bisilikat og derover, medens titanjern og perowskit, som efter principet kan opfattes som RO. TiO_2, hvor RO i det ene fald er FeO, undertiden med lidt MgO, i det andet fald derimod fortrinsvis CaO, udelukkende eller fornemmelig hörer hjemme i de basiske eruptiver (perowskit udelukkende i de CaO-rige, nemlig i melilith-basalt og nogenlunde

Jernoxydul i masovnsslagger.

For paa en enkel maade at illustrere det affinitets-forhold, hvori kiselsyren staar til sine baser, skal vi give en oversigt over gehalten af FeO i masovnsslagger. For at kunne faa grundlag til en berettiget sammenligning skal vi kun holde os til slagger, faldne ved brug af trækul[1]); produkter fra uren gang medtages ikke.

Jernoxydul-gehalten i de i dette arbejde anförte analyser af masovnsslagger (fra ren gang, ved brug af trækul) er:

Ved surstofforhold over 1 : 2.50:

3.6, 3.8, 1.93, 3.06, 2.7, 1.16, 2.49 og 1.79, middel 2.57 %.

Ved surstofforhold mellem 1 : 2.50 og 1 : 2.00:

1.75, 2.6, 1.13, 0.92, 1.15, 1.10, 1.16, 2.6, 1.02, 2.75, 2.70, 1.29, 1.23, 1.66, middel 1.66 %.

Ved surstofforhold mellem 1 : 2.00 og 1 : 1.50:

0.48, 1.85, 2.29, 1.20, 1.16, 0.68, 0.43, 0.68, 1.80, 2.38, 1.16, 0.17, 0.64, 0.72, 0.94, 0.39, 0.41. 0.08, 0.80, 2.06, 0.64, 0.79, 0.54, 0.38, 0.64, 0.77, middel 0.87 %.

Ved surstofforhold mellem 1 : 1.50 og 1 : 1.00:

0.77, 0.45, 0.70, 0.77, 1.03, 0.43, 1.30, 1.48, 0.52, 0.40, 0.47, 0.50, 0.77, 0.49, 0.5, 0.63, 0.50, 0.11, 0.50, 0.34, spor, 0.5, 0.52, 0.89, 0.90, 0.78, 0.90, 0.40, 0.79, middel 0.65 %.

Heraf fremgaar, at FeO-gehalten i det hele og store aftager kontinuerlig[2]) med synkende SiO_2-gehalt ɔ: den intensitet, hvormed kiselsyren holder paa jernoxydul-basen og modarbejder jernets reduktion med kul, voxer med stigende surstofforhold. — Vi möder her et tilfælde aldeles analogt med det, som blev omhandlet vid studium af lerjordens evne til at fungere som selvstændig syre ved siden af kiselsyren.

---

analoge, CaO-rige bergarter). Ogsaa her kommer vi til det resultat, at mineraldannelsen fornemmelig skyldes massevirkning mellem de konstituerende bestanddele; 1 del SiO_2 ekvivalerer tilnærmelsesvis 2 dele TiO_2. Herom mere ved en anden anledning.

[1]) Idet reduktionen i stellet er stærkere, paa grund af den overmaade höje temperatur, ved brug af kokes.

[2]) Naar der tages hensyn til de mange variable forholde (f. ex. forskjellig slags brændsel, sætningsgrad, ovnskonstruktion o. s. v.), vil det indrömmes, at rækken nödvendigvis i detail maa vise en hel del uregelmæssigheder: jeg havde oprindelig ventet, at disse skulde blive meget större, end analyserne udviser.

Slagger, der udelukkende er bestaaende af SiO_2, Al_2O_3, CaO og MgO, uden spor af FeO, MnO o. s. v., er aldeles farvelöse; dette forhold stemmer overens med de fra naturen hentede kjendsgjerninger. — En bestemt farvetone hos slaggerne skyldes i alm. en gehalt af FeO, MnO eller sulfid (naar dette holder Mn eller Fe)[1]). Her skal vi kun beskjæftige os med den virkning, som foraarsages af FeO, naar denne base indgaar i et eller andet af de forskjellige silikat-mineraler eller i glasset.

En del augit-slagger, som stod til disposition, blev stillede op i række efter den mere eller mindre graa farvetone; resultatet var fölgende serie:

	Lysegraa slagger.						Temmelig mörkegraa slagger.
FeO	0.68	0.48	0.92	2.6	1.75	1.15	2.29.
Al_2O_3	6.45	7.04	2.88	3.7	5.58	2.30	4.10.

Heraf sluttes, at Al_2O_3 ikke udöver nogen mærkbar indflydelse i den her omhandlede henseende; ved en tilfældighed er endog de to Al_2O_3-rigeste slagger blevne de förste i rækken. — En gehalt af ca. 0.5 % FeO giver glasfri augit-slagger, ɔ: selve augiten, kun en yderst svag graalig nuance, medens allerede ca. 1.5—2 % er tilstrækkelig til at fremkalde en temmelig skarpt fremtrædende graa farvetone. Til sammenligning meddeles, at naturlig diopsid med 2.0—2.5 % FeO er omtrent farvelös[2]) ɔ: FeO har en mere intensiv virkning paa augitens farve, naar mineralet fremstilles paa kunstig vej ved smeltning, end naar det dannes i naturen.

Selv en temmelig ubetydelig FeO-gehalt, nemlig kun ca. 1—1.5 % FeO, synes, at dömme efter det vistnok ringe material, som har staaet til min disposition, at være tilstrækkelig til at farve kunstig fremstillet wollastonit nogenlunde mörkegraa.

En MnO-gehalt paa 5—6 % viser sig ikke at have nogensomhelst mærkbar indflydelse paa farven af egentlig (monosymetrisk) augit. I slag no. 30, med 2.38 % FeO og 20.11 % MnO, er augitpartierne kun ganske svagt graalige, rhodonitpartierne derimod mörke graabrune ɔ: selv meget stærkt MnO-

[1]) Röde, kobberholdige slagger er farvede af kuprit (Cu_2O).

[2]) Krystaller af diopsid fra Nordmarken, med 2.49 % FeO, er ganske vandklare og farvelöse (ifölge G. FLINK, Diopsid fra Nordmarken). — N. v. KOKSCHAROW omtaler (Mater. z. Min. Rusl., Band 4) hvid diopsid med 2.00 % FeO fra Achmatowsk.

rig augit er i og for sig farvelös, medens rhodonit, der som bekjendt er lysseröd, naar den holder MnO, MgO med ganske lidet FeO, blir mörk graabrun ved en gehalt af 2—3 % FeO. 1.5—2.5 % FeO giver MgO-olivin en ganske lysegraa farvetone, som paa langt nær ikke er saa stærk som den, en tilsvarende gehalt vilde have fremkaldt hos kunstig augit [1]). — Som tidligere omtalt, har MnO neppe nogen indflydelse paa farven af FeO-fri MgO-olivin; naar MnO og FeO optræder i fællesskab, blir mineralet gult (ved forherskende MnO) og graagult (ved forherskende FeO). — Fayalit i og for sig er gjennemsigtig, gul af farve [2]).

Den krystallinske del i slagger, förende et eller andet tetragonalt melilith-skapolith-mineral, er lysegraa ved en gehalt af 5.10 % FeO og 1.65 % MnO (no. 102) og lys blaagrön ved 2.85 % FeO og 5.31 % MnO (no. 98); melilith-slaggerne fra Mägdesprung og Luisenthal, med 10—20 % MnO og oftest ca. 1 % FeO, (no. 121—127) er i alm. graagule. — Heraf fremgaar, at et par procent FeO eller nogle procent MnO ikke har nogen væsentlig indflydelse paa de kunstige melilith-mineralers farve.

FeO-förende glas er som bekjendt grönt; allerede 1—2 % FeO er tilstrækkelig til at fremkalde en vel markeret farvetone.

Meget jævnlig viser de basiske slagger fra kokes-masovne sig at antage en temmelig mörkegraa farve, saa snart masovnsgangen blir lidt uren ɔ: saasnart slaggen blir lidt jernholdig. Grunden hertil er ikke at söge i, at det sig dannende silikatmineral farves mörkt ved FeO, men deri, at der konstitueres FeS eller et jernrigt sulfid, der som bekjendt er mörkt af farve; herom og om den grönne MnS, se i næste afsnit.

Sulfid i slagger.

I den metallurgiske videnskab har det i lang tid været kjendt, at silikat-smeltemasser kan optage i sig en vis svovlgehalt; dette er en omstændighed, der i praxis er af meget væsentlig betydning, idet rujern, fremstillet i masovn, delvis

---

[1]) Dette stemmer med, at naturlig olivin, f. ex. fra olivinknoller i basalt, er lysegrön ved temmelig stor FeO-gehalt, medens naturlig augit med tilsvarende gehalt allerede er stærkt mörkegraa.

[2]) De vanlige fayalit-rige slagger fra flammeovns- eller sten-smeltninger og lign. farves sorte af magnetit eller muligens en anden $RO . R_2O_3$-forbindelse.

befries for den svovlmængde, som beskikningen og brændmaterialet kan paaföre ovnen, derved, at slaggen, naar forholdene tillader det, oplöser en större eller mindre del af svovlgehalten i sig. Den praktiske erfaring udviser, at rujernet i det hele og store blir desto svovl-fattigere, des mere basisk slaggen er, og des mere den, under samme surstofforhold, indeholder af baserne FeO, MnO og CaO. Stor MgO-gehalt synes at modvirke optagelsen af svovl; om Al_2O_3's stilling i den her omhandlede henseende kjendes, saavidt vides, intet; den er formentlig temmelig indifferent. — Ved uren masovnsgang [1]) blir, efter erfaring i stort, rujernet usædvanlig S-fattigt og slaggen omvendt usædvanlig S-rig; dette forhold kan ikke udtydes paa anden maade, end at Fe (eller FeO) i særlig grad bidrager til at foröge smeltemassens tendens til at optage svovl. En stor MnO-gehalt virker i samme retning, om end ikke med saadan intensitet som FeO. Paa den anden side forringes slaggens evne til at befri jernet for svovl, naar CaO, hvilken base i regelen er den mest dominerende i de ordinære slagger, delvis erstattes med MgO [2]). — Som resultat erholdes, at de vigtigste af RO-baserne, naar SiO_2-gehalten eller surstofforholdet forbliver konstant, virker til at foröge slaggens evne til at optage svovl i fölgende orden: FeO, MnO, CaO og MgO [3]). — Nöjere i detail angaaende den indflydelse, som de enkelte baser udöver, kan vi paa det nuværende stadium ikke komme, da der ikke staar til disposition et tilstrækkeligt antal analyser af svovlgehalten i rujernet og af svovlgehalten samt den hele sammensætning af den samtidig faldende slag.

Det er allerede bleven paapeget, at slaggernes tendens til at optage svovl voxer med basisiteten; herved maa man dog ikke — saaledes som forholdet i alle fald tidligere jævnlig har

[1]) ɔ:, naar slaggen paa grund af uheldigt virkende omstændigheder bliver mere FeO-rig end vanligt.

[2]) Omtrent halvparten af tetragonal-slaggerne holder 0.5 % S eller derover, medens der kun er yderst faa af de MgO-rige olivin-slagger, som förer en mærkbar svovlgehalt. Herved maa man ikke ledes til at overvurdere CaO's evne, i forhold til MgO, til at foröge smeltemassernes tendens til at optage svovl; de fleste af de förstnævnte slagger er nemlig fra udenlandske kokes-masovne, hvor beskikningen og brændmaterialet er meget S-rig, medens de fleste af vore olivinslagger er fra svenske trækuls-masovne, hvor der fornemmelig nedsmeltes usædvanlig S-fattige malme.

[3]) ZnO virker, saavidt vides, i den her omhandlede henseende lidt mere intensivt end MnO; da aldeles sikre oplysninger herover dog ikke foreligger, har vi ikke medtaget ZnO i vor række. Den nævnte base optræder som bekjendt aldrig i de ordinære masovnsslagger.

været — fristes til at tro, at de SiO_2-rige smeltemasser overhovedet ikke kan före svovl. For at give nöjere oplysning om dette, skal leveres tabellarisk oversigt over en del svovlrige og nogenlunde sure slagger.

	No. .[1])	No. 5.	No. .[1])	No. [1]).	No. 161.[2])
Surstofforhold	1 : 2,75	1 : 2,12	1 : 1,91	1 : 1,84	1 : 1,80
Svovlgehalt	0,67	0,15	0,18	0,34	2,23

	No. 61.	No. .[1])	No. 64 a.	No. 167 b.	No. 167 c.
Surstofforhold	1 : 1,73	1 : 1,71	1 : 1,64	1 : 1,56	1 : 1,54
Svovlgehalt	0,15	1,90	0,37	0,22	0,48

Til sammenligning anföres, at stærkt basiske, CaO-rige slagger fra kokes-masovne kan optage, naar der overhovedet i beskikningen o. s. v. er meget svovl tilstede, i alle fald indtil ca. 2.5 % S, rimeligvis ogsaa adskillig derover (se f. ex. no. 88). Ved de masovne, hvor der anvendes stærkt svovlrigt material, holder man i alm. med flid slaggen saa basisk som mulig; dette er den vigtigste aarsag til, at der ikke kan leveres flere analyser af samtidig S- og SiO_2-rige slagger. — Svovlgehalten i slagger fra sten-smeltninger (de vanlige kobber-, bly-, nikkel-slagger o. s. v.) omhandles först, efter at vi er blevne færdige med det mikroskopiske studium af sulfid i masovnsslagger.

De fleste metallurger har i de senere tider ved opförelsen af slag-analyser plejet at angive S i forbindelse med Ca, dannende monosulfid (CaS); nogen afgjörende grund for berettigelsen af denne fremgangsmaade har egentlig ikke foreligget, idet kjendskaben til den rolle, som svovl spiller i slagger, har været temmelig ringe. Man har kun havt at bygge paa, at

[1]) Analyse, kopieret paa Bergskolan, ikke publiceret her; den först anförte er fra Dalkarlshyttan.

[2]) Denne er, saavidt vides, fra en nikkelsten-smeltning ved Schneeberg Hütte, Sachsen; alle de övrige analyser er af masovnsslagger.

CaO (eller Ca) fremmer slaggens evne til at optage svovl, og at den dannede forbindelse ved behandling med HCl oplöses meget let under udvikling af svovlvandstof og uden udsondring af frit svovl.

Angaaende den maade, hvorpaa svovl indgaar i slagger, kan tænkes flere muligheder:

1) Svovl paa den ene side og de enkelte metal-elementer paa den anden kan simpelthen smelte samme til sulfid, af form RS (eller muligens R_mS_n).

2) Svovl, eventuelt sulfider, kan tænkes at indgaa i chemisk forbindelse med silikater, dannende sulfid-silikater af form



$$(R_mS_n)_x \cdot [(RO)_y \cdot SiO_2]_z.$$

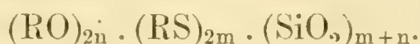
Den sidstnævnte hypothetiske mulighed [1]) bestyrkes forelöbig ved det faktum, at der i naturen optræder en mineralgruppe, nemlig helvin med danalith, bestaaende af sulfid-silikater af sammensætning



$$3\,(RO)_2\,SiO_2 + RS.$$

I den egentlige helvin er R = Mn, Be og Fe; i danalith, som kun er at opfatte som en Zn-holdig helvin, betyder R desuden Zn.

Af A. E. ARNOLD er lejlighedsvis, i »Note on a Crystallized Slag isomorphous with olivine« [2]), bleven fremsat den hypothese, at RS, hvor R = Fe, skulde, i alle fald i et enkelt silikat, nemlig olivin (eller fayalit), kunne paa homöomorf vis erstatte RO, saa man skulde faa en forbindelse af form



$$(RO)_{2n} \cdot (RS)_{2m} \cdot (SiO_2)_{m+n}.$$

ARNOLD baserer sin hypothese paa nogle analyser no. (144, a og b) af fayalit-krystaller, der blev rensede saa vel som muligt

---

[1]) Allerede i aaret 1837 udtalte CREDNER (sen.) den formodning, at nogle af ham undersögte slagger (de saakaldte »idokras-slagger», fra Luisenthal, se pag. 122, N. J. f. M. G. u. P., 1837) skulde holde mangansulfid paa samme maade, som tilfældet er med helvin. — En bekjendt af mig, nemlig N. v. KORNAKOW, amanuensis ved bergakademiet i St. Petersburg, har velvillig meddelt mig, at han for at forsöge at udrede det her omhandlede problem smeltede sammen sulfider og silikater i haab om at erholde helvin, resp. danalith, som endeprodukt, men det opnaaedes ikke nogensinde at faa fremstillet de nævnte mineraler. — I F. FOUQUÉ ET M. LÉVY'S »Synthèse d. min. et d. roches», 1882, er helvin-mineralerne ikke omtalte ɔ: indtil aaret 1882 var de ikke blevne fremstillede paa kunstig vej.

[2]) Se Min. Mag. and Journ. of the mineral. soc. of Gr. Brit. and Ireland, Vol. III, no. 14, oct. 1878, med rent krystallografisk tillæg af C. O. TRECHMANN: »On Crystallized Olivine from Slag», samme tidsskrift, Vol. IV, no. 19, april 1881.

var, fra en slag fra *Penistone*, falden ved bessemer-blæsning af metalsulfider (juli 1878).

	No. 144 a.	No. 144 b.	No. 145.
SiO_2	28,99	29,06	29,08
FeS	—	6,10	6,09
FeO	—	61,34	64,82
Al_2O_3	—	0,60	—
Cu	—	0,14	—
ZnO, MnO	—	2,78	—
Sum	—	100,02	99,99
Sp. V.	4,19	4,22	—

Udelukkende ved interpretation af disse analyser kommer ARNOLD, der ikke har foretaget mikroskopisk undersögelse af det erholdte produkt, til det resultat, at FeS skal erstatte FeO, idet under denne forudsætning analyserne lader sig udtrykke ved formelen[1] $13 \left.\begin{matrix} FeO \\ FeS \end{matrix}\right\} 7\, SiO_2$, hvilken forbindelse (der repræsenteres ved analyse no. 145) opfattes som et normalt singulosilikat. Fayalit-krystallerne, som er udviklede efter den ordinære type, med $\infty \breve{P} \infty . \infty P . 2 \breve{P} \infty$, viste, ifölge C. O. TRECHMANN, vinklerne: $\infty P : \infty P = 130° 18'$; $\infty P : \infty \breve{P} \infty = 65° 9'$; $2 \breve{P} \infty : 2 \breve{P} \infty = 81° 28'$; disse stemmer temmelig nöje med vinklerne hos ordinær fayalit.

Det kan ikke indrömmes, at der er nogetsomhelst berettiget i den konklusion, som ARNOLD drager af sine analyser. Det viser sig nemlig meget jævnlig, at olivin- eller fayalitkrystaller, som makroskopisk synes at være aldeles rene og homogene, under mikroskopet sees at være særdeles stærkt forurenede af f. ex. magnetit, zink-spinel, sulfid, glas, o. s. v. ARNOLD fremhæver som sine vigtigste argumenter, for det förste, at der er saa usædvanlig meget sulfid tilstede (nemlig 6.10 % FeS ɔ: 2.22 % S, — hvilket vistnok er en höj, dog ingen ab-

[1]) ARNOLD medregner Al_2O_3 i sin helhed blandt baserne og tager ikke hensyn til, at der rimeligvis ogsaa er lidt Fe_2O_3 tilstede. Naar den fornödne gehalt $RO . R_2O_3$ fraregnes, kommer det resterende til at afvige en del fra normalt singulosilikat, selv om FeS forudsættes at erstatte FeO.

norm stor gehalt[1])), og dernæst, at i foreliggende fald skal et molekyl FeS netop erstatte et molekyl FeO; herom kan bemærkes, at, medens man af analyse no. 144 faar FeS svarende til $\frac{1}{14}$ af RO-baserne, vilde man ved en liden forandring i S-gehalten faa sulfid svarende til f. ex. $\frac{1}{13}$ eller $\frac{1}{15}$ af RO[2]).

Slaggerne fra flammeovns-smeltning af kobbersten i Swansea-distriktet viser, ifölge ARNOLD, som ogsaa her formoder sulfid-silikater, gjennemgaaende en meget större svovlgehalt, end den mekanisk medrevne sten skulde angive. Dette forhold har vistnok været kjendt i lange tider, men alligevel skal vi medtage de af A. anförte analyser. Den kobbersten, som faldt samtidig med de to slagger no. 146 og 147, holdt, ifölge I. E. STEAD, resp. 15.8 og 16.6 % kobber og resp. 21.96 og 23.5 % svovl.

	Chemisk sammensætning.			Surstofmængderne i			
	No. 146.	No. 147.		No. 146.		No. 147.	
SiO_2	29,90	30,05	O i SiO_2	15,93		16,03	
Al_2O_3	2,15	2,06	» » Al_2O_3	1,00		0,96	
Fe_2O_3	3,00	3,71	» » Fe_2O_3	0,90		1,11	
FeO	53,30	54,62	» » FeO	11,84	12,47	12,14	12,90
CaO	0,40	0,37	» » CaO	0,11		0,11	
MgO	0,46	0,45	» » MgO	0,18		0,18	
MnO	0,32	0,37	» » MnO	0,07		0,08	
ZnO	1,15	1,75	» » ZnO	0,27		0,39	
CuO	0,16	0,22					
Pb	0,12	0,10					
As_2O_3	spor	spor					
Fe	5,79	4,27					
S	3,39	2,55					
Sum	100,14	100,52					

[1]) Til sammenligning anföres, at slag no. 88 holder 2.54 % S, altsaa endnu mere; under mikroskopet iagttages i denne slag globuliter, krystalliter o. s. v. af calciumsulfid. — At slaggen fra Penistone holder saa meget S, er begrundet i, at den er falden ved smeltning, under stærk bevægelse, af sulfider.

[2]) Naar den forhaanden-værende lille procent kobber regnes at være i forbindelse med S, faar resten, naar vi ikke tager hensyn til FeS, surstofforhold 1 : 1.12, naar Al_2O_3 formodes at danne RO . Al_2O_3, derimod forhold 1 : 1.09, naar Al_2O_3 medtages blandt baserne. — Vi har

Kobbergehalten formodes i sin helhed at skyldes de mekanisk medrevne stenkugler; disse bibringer fölgelig slaggen resp. 0.22 og 0.31 % S; resten, nemlig resp. 3.17 og 2.24 % S, maa optræde paa anden maade. — Naar Al_2O_3 og Fe_2O_3 bortregnes til dannelse af spinel og magnetit, faar det resterende surstofforhold resp. 1.08 og 1.10.

Forinden vi gaar over til mikroskopisk undersögelse af de svovlholdige slagger, skal vi forudskikke nogle chemiske og krystallografiske notitser om de slag-dannende metallers sulfider.

Af Ca er fra chemien kjendt to sulfider, nemlig CaS og CaS_2, den sidste forbindelse altid med 3 vand (fremstilles paa vaad vej). — CaS erholdes bl. a., naar $CaSO_4$ reduceres med kulpulver [1]); dette sulfid optræder undertiden, om end kun yderst sjelden, i meteorstene, benævnes da oldhamit. Hverken dette mineral eller nogen af de to chemisk fremstillede sulfider er hidtil bleven fundet i krystalliseret form.

Mg danner, saavidt hidtil vides, kun et enkelt sulfid, nemlig MgS, som erholdes ved sammensmeltning af de to elementer; det er en lidet bestandig forbindelse.

Mn har de to sulfider MnS og MnS_2; begge optræder i naturen (kaldes da resp. manganblende og hauerit). De krystalliserer i det regulære system, manganblende isomorf med zinkblende, hauerit med svovlkis. Af hensyn til de senere undersögelser vil vi specielt gjöre opmærksom paa, at manganblende har grönfarvet pulver (»streg»), og at saavel MnS som MnS_2 oplöses af HCl under udvikling af svovlvandstof, den förste uden, den anden med udskillelse af svovl.

Zn danner de to sulfider ZnS og ZnS_5. ZnS optræder i naturen, dels som zinkblende (regulær), dels som wurtzit (hexagonal). Medens den förste af disse er den hyppigste i naturen, dannes den sidste kanske vel saa jævnlig som den förste ved synthetiske experimenter. Zinkblende kan i alle fald holde saa meget FeS som efter formel 2 ZnS + 1 FeS, og wurtzit saa meget som efter formel 6 ZnS + 1 FeS.

---

tidligere omtalt, at krystaller af den ZnO-rige fayalit fra Freiberg, som har surstofforhold omtrent som det nys nævnte, for blotte öje synes at være aldeles homogene, medens de under mikroskopet viser en hel del forureninger. Om et tilsvarende forhold se ogsaa överst paa pag. 124.

[1]) Den störste del af slaggernes sulfid-gehalt skyldes denne reduktionsproces.

Fe danner fölgende forbindelser med S: FeS_2 (svovlkis og markasit), Fe_2S_3, F_nS_{n+1} (hvor n = ca. 9, magnetkis) og FeS. Den sidste erholdes let ved sammensmeltning af Fe og S. Ifölge ROSCOE und SCHORLEMMER «Ausfürliches Lehrbuch der Chemie», 1879, II, pag. 523, skal den kunstig fremstillede FeS undertiden vise hexagonale prismer[1]), hvilken angivelse dog ikke kan tillægges nogen afgjörende betydning, da den ikke engang nævnes i RAMMELSBERGS «Handb. d. krystallogr.-physik. Chemie». 1881. FeS optræder undertiden i meteorstene, kaldes da troilit; denne er altid amorf. FeS indgaar i de regulært krystalliserende mineraler zinkblende og jernnikkelkis (2 FeS + NiS); den sidstnævnte tilhörer rimeligvis det regulære system paa grund af, at den holder saa meget FeS; det erindres nemlig, at ren NiS (millerit) er rhomboëdrisk.

For oversigtens skyld hidsættes fölgende tabel over de krystalsystemer, hvori RS, naar R = Mn, Zn, Fe, Ni, Co, o. s. v., optræder:

Det regulære system.	Det hexagonale system.
MnS	
ZnS	ZnS, CdS
ZnS + n FeS, hvor $n \leq \frac{1}{2}$	ZnS + n FeS, hvor $n \overline{\overline{<}} \frac{1}{6}$
2 FeS + NiS	NiS

Heraf fremgaar, at de nys omhandlede monosulfider samtlige kan indgaa i mineraler, der krystalliserer i det regulære system; MnS kan endog ikke existere i noget andet system. CaS maa, i overensstemmelse med de övrige monosulfider, specielt med MnS, formodes at krystallisere regulært; det erindres, at Ca i krystallografisk og chemisk henseende staar Mn temmelig nær.

Ved det mikroskopiske studium af alle de i dette arbejde omhandlede smelteprodukter[2]) har det vist sig, at der i de

[2]) Hvoraf tilsammen foreligger over 150 mikroskopiske præparater.

slagger, som fører en nævneværdig svovlgehalt, nemlig over ca. 0.10 % S, altid optræder et system af höjst karakteristiske krystalliter[1]) (med margariter, longuliter, globuliter), hvilke fuldstændig savnes i de ikke svovlförende slagger. For nöjere at godtgjöre rigtigheden af denne sats skal vi gjennemgaa de enkelte slagger hver for sig.

Af egentlige augit-slagger staar til disposition mikroskopiske præparater af slag no. 1—13, no. 15, no. 161 og no. 167, a—c; af disse holder: no. 161 (med 5.10 % CaS eller 2.23 % S) en hel del meget store, isotrope krystalliter, regelmæssigt opbyggede efter tre lodret paa hinanden staaende axer; de tre slagger no. 167, a—c (fra Bångbro, med ca. 0.5—1.0 % CaS eller ca. 0.2—0.5 % S) og no. 5 (fra Næs i Dalarne, med 0.34 % CaS eller 0.15 % S) fører hist og her opake partier, begrundet i, at præparaterne paa enkelte steder holder en vrimmel af yderst fine globuliter m. m. (»sulfid-stöv»); i en af slaggerne fra Bangbro iagttages ogsaa smaa, regulære krystalliter. — Paa den anden side kan ikke engang spor af de hidhörende krystalliter m. m. opdages i nogen af slaggerne no. 1—4, no. 6 13 eller no. 15. Ingen af disse analyser viser gehalt af S (eller CaS); da samtlige slagger er faldne ved svenske trækuls-masovne, hvor bruges næsten aldeles svovlfri malme, kan vi gaa ud fra, at de i höjden kan före saa meget S som ca. 0.05 %; paa de fleste steder maa gehalten være meget mindre.

Enstatit-slaggerne fra Söderfors, mai 1883, förer ikke krystalliter m.m., heller ikke nogen mærkbar svovlgehalt. — De to wollastonit-slagger er saa vanskelige at studere, at vi i den her omhandlede henseende ikke vil tage hensyn til dem. — Ikke i nogen af vore rhodonit-slagger kan opdages krystalliter m. m.

De allerfleste af de slagger, som karakteriseres ved MgO-olivin, skriver sig fra svenske masovne, hvor der anvendes trækul og næsten svovlfri malme; ikke i nogen af disse har det lykkes at finde noget slags »sulfid-stöv». I to af slaggerne, nemlig no. 35 og no. 39, er opfört resp. 0.09 og 0.056 % CaS ɔ: 0.04 og 0.025 % S, men heller ikke her kan ved mikroskopisk undersögelse nogen forurening öjnes ɔ: man kan ikke gjöre regning paa at kunne paavise i mikroskopiske præparater nogen svovlgehalt mindre end ca. 0.10 %. — I slaggerne no.

[1]) Senere skal paavises, at disse overalt tilhörer et og samme mineral, nemlig monosulfid (RS, hvor R = Ca, Mn, Fe, muligens Zn, o. s. v.).

59—60 (med resp. 0.59 og 1.73 % S) sees en mængde typiske, regelmæssigt opbyggede krystalliter, se herom senere.

Af vore hexagonal-slagger viser: no. 64 (fra Sayner Hütte, med 0.37 % S) en vrimmel af fine, grönne longuliter o. s. v., no. 61 (fra Forsbacka, med 0.15 % S) hist og her ansamlinger af fint »sulfid-stöv», medens no. 62—63 (hvori ikke er paavist S) er ganske fri for saadant.

Af slagger, förende et eller andet tetragonalt mineral, hörende til melilith-skapolith-gruppen, staar til disposition mikroskopiske præparater af no. 85—91 og no. 94—104. — Slaggerne fra de ordinære udenlandske kokes-masovne (no. 86—88, 91, 94—95, med ca. 1—2.5 % S) holder samtlige store mængder af sulfid-krystalliter, globuliter o. s. v.; no. 85, med 6,04 % FeO og 0.47 % S, er mörkegraa paa grund af et fint stöv (af jernsulfid, se herom senere). I no. 89, hvori ikke er opfört nogen svovlgehalt, mærkes ikke spor af krystallit-stöv el. lign.; i no. 90, med 0,33 % S, sees knipper af fine tynde traade, muligens karakteriserede ved svovl. — I mikroskopiske præparater af svenske slagger, med et tetragonalt mineral, sees krystalliter, globuliter o. s. v. i no. 100 og 103 (med resp. 0.28 og 0.15 % S), derimod ikke i no. 96—99 og no. 101—102; om disse er at mærke, at no. 96 og 97 er opfört med resp. 0.34 og 0.43 % S, medens der i de övrige ikke ad chemisk vej er paavist svovl. Da det tidligere flere gange er omtalt, at allerede en svovlgehalt paa ca. 0.10—0.15 giver sig tilkjende under mikroskopet, skulde jeg være tilböjelig til at tro, at svovlbestemmelsen i no. 96 og 97 er unöjagtig udfört [1]).

Som resultat af disse undersögelser fremgaar, at de omhandlede krystalliter m. m. afhænger af svovlgehalten, idet de udelukkende optræder i svovlförende slagger, uanseet de silikat- eller aluminat-mineraler, som forövrigt kan danne sig, og idet den kvantitet, hvormed de indgaar i smeltemasserne, temmelig nöje synes at være proportional med slaggernes svovl-procent. Heraf maa med fuld sikkerhed kunne sluttes, at vore krystalliter m. m. selv förer svovl som karakteriserende bestanddel. — Da vi tidligere har seet, at lerjorden ikke udöver nogen mærkbar indflydelse paa smeltemassernes evne til at optage

[1]) For at kontrollere bestemmelserne pulveriseredes omtrent lige store kvantiteter af slag no. 90 og 97 og af slag no. 103 (som ifölge analyse förer 0.15 % S). Ved behandling med HCl gav den sidste temmelig stærk H_2S-lugt, de to förste derimod syntes ikke at udvikle mærkbare spor af H_2S; heraf sluttes, at svovlgehalten i disse to maa være meget liden.

svovl, — da det fra chemien og mineralogien er kjendt, at Al kun har meget liden affinitet til S (lerjordens eneste sulfid, nemlig Al_2S_3, spaltes allerede af vand), — og da endelig selv meget lerjordsfattige slagger kan holde temmelig betydelige masser af svovl [1]), maa uden videre kunne sluttes, at vore krystalliter m. m. ikke bestaar af noget lerjords-sulfid. Vi har seet, at, jo mindre SiO_2 smeltemasserne holder, des lettere optages svovl; af denne grund, og da det eneste silicium-sulfid, som hidtil kjendes, nemlig SiS_2, spaltes af vand, kan ogsaa uddrages den slutning, at krystalliterne heller ikke bestaar af noget silicium-sulfid.

Heraf fremgaar, at svovl paa en eller anden maade maa være i direkte forbindelse med en af R-metallerne — et forhold, som sandsynligvis ogsaa uden videre er indlysende af de tidligere refererede chemiske og metallurgiske kjendsgjerninger. — Naar de svovlholdige slagger behandles med HCl, udvikles altid H_2S, medens frit svovl ikke udskilles ɔ: den omhandlede forbindelse kan ikke bestaa af RS_2 (eller R_2S_3, RS_5 og lign.) men maa derimod have form RS; det erindres, at de metalelementer, hvorom der her kan være tale, ikke har sulfider af form R_nS, hvor n er större end 1 [2]).

Vi staar nu lige over for det spörgsmaal, om RS optræder fri som saadan eller om den danner dobbelt-forbindelse med noget silikat. — Som senere skal omtales, tilhörer vore krystalliter m. m. (naar der ikke tages hensyn til de sorte, nemlig FeS, hvis krystalsystem ikke kan bestemmes) det regulære system; man vil herved muligens ledes til den opfatning, at vi skal have for os mineraler, hörende til helvin-gruppen. Saaledes kan det dog ikke forholde sig.

Eventuel ren Ca-helvin skal holde 5.44 % S.
» » Mn- » » » 4.57 » »

I de svovlrigeste af vore slagger, nemlig f. ex. no. 88, 161 og 86, med resp. 2.54, 2.23 og 2.09 % S, maatte fölgelig, hvis der forelaa et helvin-mineral, krystalliterne m. m. udgjöre en trediepart til en halvpart af den hele masse; saa er ikke tilfælde, idet der kun er tilstede et par procent, efter skjön 3—5 %, af vor omhandlede forbindelse. Heraf sluttes

[1]) Exempelvis kan anföres, at augitslag no. 2 holder 1.21 % Al_2O_3, altsaa 0.65 % Al_2; dette kræver for at danne Al_2S_3 1.13 % S, medens slaggen i virkeligheden holder 2.23, altsaa dobbelt saa meget.

[2]) Se herom bl. a. E. B. MÜNSTER »Om hytteproduktet sten» Archiv f. mathem. og naturv., Bind I, aar 1876.

uden videre, at sulfiderne ikke indgaar i noget slags sulfid-silikat efter helvinens type.

At ville forudsætte, at sulfidet skulde optræde i andre silikat-forbindelser, dannende mineraler, som ikke er identiske med noget af de i naturen existerende, er höjst urimeligvis af mange grunde. Da der ved en hypothese som den sidstnævnte ikke kan gives nogen enkel forklaring paa alle de forholde, som vedrörer vore krystalliter, slutter vi, at der i virkeligheden foreligger rene, frit existerende sulfider (af form RS)[1]. Vi skal se, at de i det fölgende omhandlede rent krystallografiske og chemiske iagttagelser ogsaa direkte leder til samme konklusion. — Det er ikke lykkes at faa isoleret ren krystallit-substans til chemisk analyse; de enkelte individer er nemlig saa smaa, at de ikke lader sig udsondre ved mekanisk separation med nogen tung vædske; ved behandling med syre oplöses de vistnok yderst hurtig, men selve slagmasserne angribes ogsaa altid samtidig.

Den störste del af den i masovnsslagger optrædende sulfidgehalt skyldes reduktion af $CaSO_4$; herved erholdes, som allerede berört, som endeprodukt CaS. Sulfidet maa fölgelig have existeret som saadant, medens slaggen endnu befandt sig inde i ovnen; det er ikke, som f. ex. silikat-mineralerne, först bleven konstitueret ved afkjölings- eller krystallisations-processen. I dette forhold maa formentlig söges grunden til, at sulfidet er den först udkrystalliserede bestanddel i vore slagger; det er, som tidligere omhandlet, ældre end spinel, der igjen er ældre end silikat-mineralerne.

Forinden vi gaar over til nöjere detail-beskrivelser, skal vi forudskikke den bemærkning, at de sulfid-krystalliter, som optræder i masovnsslagger med ikke andre RO-baser end CaO og MgO, og som fölgelig maa bestaa enten af CaS alene eller af CaS med lidt MgS[2]), er ganske farvelöse; krystalliterne i MnO-förende slagger derimod er grönne ɔ: de bestaar af MnS alene eller af MnS i forbindelse med CaS, muligens ogsaa MgS; den rolle, som Fe spiller, omhandles först senere. —

[1]) I de nogenlunde svovlrige slagger kan i mikroskopiske præparater afgjöres, at der er forhaanden omtrent saa meget sulfid-mineral (indtil ca. 6 %), som CaS-procenten i analyserne udviser.

[2]) Det erindres, at i indledningen er paavist, at CaO i stærkere grad end MgO bidrager til at lette svovl-optagelsen; af denne grund og da MgS vilde bevirke, at sulfid-mineralet delvis vilde kunne spaltes af vand, maa sluttes, at krystalliterne fortrinsvis eller udelukkende bestaar af CaS.

Vi vil specielt betone, at krystalliterne i slaggerne fra Finnbo og Schisshyttan (no. 104 og 60), med resp. 15.68 og 14.5 % MnO mod 29.06 og 31.4 % CaO, er saa intensiv grönne, som vel muligt er; de i slag no. 86 (ukjendt lokalitet), med 10.37 % MnO mod 34.05 % CaO, optrædende synes ikke at være fuldt saa stærkt farvede og de i slag fra Dowlais (no. 87), med 4.17 % MnO mod 42.19 % CaO, er endnu lysere. Heraf fremgaar, hvad der vistnok ligger i sagens natur, at Mn-gehalten i sulfidet voxer med hele smeltemassens MnO-gehalt[1]. — Ved hvilken MnO-gehalt i slaggen krystalliterne kommer til at bestaa af ren MnS, kan ikke angives; vi kan skjönne, at den ikke behöver at være særdeles höj, idet Mn, som tidligere omtalt, i langt stærkere grad end Ca bidrager til at fremme silikatsmeltemassernes evne til at optage S (ɔ: Mn har adskillig stærkere affinitet til S, end Ca har.)

Saavel de stærkt grönne, meget Mn-rige krystalliter (rimeligvis ren MnS) som de lyse, kun af CaS (med MgS?) bestaaende, er gjennemsigtige. — Den naturlige manganblende har halvmetallisk glans, maa altsaa være gjennemskinnelig eller ganske gjennemsigtig (som zinkblende, hvem den i chemisk og krystallografisk henseende staar meget nær); det er derfor ikke det ringeste paafaldende, at de Mn-rige sulfid-krystalliter ogsaa er klare.

Det har i lang tid været kjendt, at slagger, som samtidig förer S og meget MnO, altid besidder en grön farve; denne skyldes, som den mikroskopiske undersögelse udviser, de grönne MnS-krystalliter. — For oversigtens skyld stilledes op i række efter den voxende intensitet af den grönne farve en del af de hidhörende slagger; senere blev analyserne noterede.

	Lys grön.				Intensiv mörk grön.	
	No. 87.	No. 64.	No. 103.	No. 91.	No. 104.	No. 60.
MnO	4,17	2,75	9,50	6.7	15,68	14,5
CaO	42,19	37.67	29,57	43,1	29,06	31,4
S	1,48	0,37	0,15	1,42	Meget	1,38
Surstofforh.	1 : 0.91	1 : 1,66	1 : 1.26	1 : 1.21	1 : 1,18	1.08

[1]) Sulfidet i slaggerne fra Dådran, Terrenoire og Sayner Hütte (no. 103, 91 og 64), med resp. 9.50, 6.7 og 2,75 % MnO, er ogsaa grönt, men da det altid kun er udviklet i yderst smaa individer, har vi ikke medtaget de nævnte slagger i den ovenfor omhandlede farverække.

Heraf sees, at der, naar forholdene forövrigt er gunstige, ikke behöves mere end 0.15 % S til for at fremkalde en temmelig stærk grön farve. — I no. 87 holder krystalliterne antagelig ualmindelig meget Ca og relativt lidet Mn.

Ved mikroskopisk undersögelse har det vist sig, at vort sulfid-mineral er identisk med de af H. VOGELSANG i »Die Krystalliten» (Bonn, 1875[1]) omhandlede krystalliter med margariter, longuliter og globuliter i slag fra *Friedrich-Wilhelmshütte* ved *Siegburg*[2]). — Ved de fölgende detail-beskrivelser benytter vi os af den af VOGELSANG foreslaaede terminologi (uden vistnok at lægge ind i de forskjellige begreber den samme genetiske opfatning som V.). Da ikke nogen af de slagger, jeg selv har samlet, har vist fuldt saa pragtfulde krystalliter m. m. som Siegburger-slaggen, vil vi begynde med at gjennemgaa denne; præparat af VOGELSANGS originalmaterial har staaet til min disposition.

Med *globuliter* forstaaes (af V.) smaa, primære, frit og isoleret optrædende, kugleformige legemer; *margariter* (ɔ: »perlesnore») bestaar af globuliter, som er ordnet ind til hinanden og sammenvoxede med hinanden efter en bestemt retning; *longuliter*[3]) betegner naale med ikke polyedrisk-kantet, men rundt tversnit. Med *krystalliter* forstaar VOGELSANG »alle diejenigen leblosen Gebilde, denen eine regelmässige Gliederung oder Gruppirung eigenthümlich ist, ohne dass sie im Ganzen oder in ihren einzelnen Theilen die allgemeinen Eigenschaften krystallisirter Körper, insbesondere eine regelmässige polyedrische Umgrenzung zeigen». — Angaaende de enkelte detailler ved krystalliterne m. m. i Siegburger-slaggen henvises til VOGELSANGS udmærkede beskrivelse og de medfölgende plancher (tavle II og III); vi vil her kun fæste opmærksomheden paa de vigtigste punkter.

---

[1]) Se ogsaa H. VOGELSANG: Ueber die mikroskopische Struktur der Schlacken und über die Beziehungen der Mikrostruktur zur Genesis der krystallinischen Gesteine. Pogg. Ann. CXXI, pag 101.

[2]) Slaggen herfra opgives at være MnO-rig; den maa före svovl, da den er falden ved en ordinær kokes masovn. — VOGELSANG angiver, at tilsvarende dannelser ogsaa er iagttagne i flere andre grönne masovnsslagger.

[3]) Typiske longuliter med smaa, regulært opbyggede krystalliter findes aftegnede paa fig. 31.

De store, leddede krystalliter er opbyggede dels efter tre lodret paa hinanden staaende axer, dels desuden efter mellemliggende mellemaxer, som forholder sig symetrisk mod hovedaxerne. Alle de til samme kategori hörende axer synes at være ganske ligeværdige. Opbygningen giver som produkt bregne-lignende dannelser: fra en stamme (eller spindel) gaar ud grene af förste orden (pinnae), fra disse igjen grene af anden orden (pinnulae) o. s. v. — I krystalliternes kjærne synes de enkelte grene m. m. at være voxede sammen, saa at der her finder sted en korporlig sammenhæng mellem den hele individ-gruppe; ved kanterne derimod kan, hvad VOGELSANG skarpt betoner, og hvad jeg selv har havt anledning til at kontrollere, paa mange steder iagttages, at de enkelte led (pinnae, pinnulae o. s. v.) er bestaaende af enkeltvis optrædende, fra hinanden ved mellemliggende glas adskilte globuliter. Disse staar altsaa ordnet i indbyrdes krystallografisk forhold til hinanden uden at hænge sammen eller uden at beröre hinanden [1]).

Longuliterne er gjerne spids koniske, med en knup af en stjerneformig anordnet globulit-gruppe i den tykke ende [2]).

Saavel i Siegburger-slaggen som i flere andre (f. ex. no. 104) kan iagttages, at præparaterne paa mange steder bestaar af glas med en vrimmel af fine globuliter, medens de större, leddede krystalliter ligger omgivne af en zone af rent glas ɔ: det oprindelig i smeltemassen jævnt oplöste sulfid har paa enkelte steder dannet sig til smaa, klods mod hinanden liggende globuliter; paa andre steder derimod har den over et relativt större felt oprindelig fordelte sulfidmængde paa en eller anden maade koncentreret sig til et enkelt individ, som er bleven liggende i midten af det parti, hvorfra substansmassen er kommet [3]).

---

[1]) Tilsvarende iagttagelser kan temmelig hyppig foretages i slagger, idet for det förste sulfid-mineralet i vore övrige slagger og idet dernæst f. ex. magnetiten i slag fra Kloster, 1851 (pag. 48—51, se tegning nederst til höjre paa fig. 23) og f. ex. det gediegne kobber i det kunstige aventurin-glas (fra Verano) viser aldeles analoge fænomener.

[2]) Det samme er ogsaa tilfælde med longuliterne i slag fra Staffordshire, fig. 31 (pag. 115) og i flere andre slagger; det synes derfor at være en nogenlunde fast regel.

[3]) Aldeles tilsvarende iagttagelser er ogsaa gjort ved studium af andre slagger eller smelteprodukter (f. ex. af kunstigt aventurin-glas med gediegent kobber, se ogsaa fig. 35).

Under krydsede nikols viser saavel globuliterne som de leddede krystalliter sig at være isotrope; det samme er ogsaa altid tilfælde med de aldeles tilsvarende dannelser i vore övrige slagger. Da de enkelte globuliter og krystallit-grene jævnlig er temmelig store[1]), nemlig med tversnit indtil ca. 0.05 mm., kan med fuld sikkerhed sluttes, at substansen ikke har spor af indflydelse paa polariseret lys. Saavel heraf som af den omstændighed, at krystalliterne er regelmæssigt opbyggede efter axer, som synes at svare til de i det regulære system optrædende, ledes vi til at slutte, at mineral-substansen i virkeligheden tilhörer det regulære system. Denne konklusion er i fuld overensstemmelse med det tidligere refererede faktum, nemlig at naturlig MnS[2]) kun er kjendt som regulært mineral, og at CaS rimeligvis ogsaa tilhörer det samme system; det erindres, at de grönne krystalliter i de MnO-rige slagger udelukkende eller fortrinsvis bestaar af MnS, idet her enten intet eller kun lidet CaS indgaar.

Vogelsang gjör ogsaa opmærksom paa, at krystalliterne viser sig at være isotrope, men tillægger, at »schwerlich dürfte aber hieraus allein der Schluss gezogen werden, dass wir es mit regulären Formen oder mit Anfängen regulärer Krystalle zu thun haben.» — Det bemærkes, at her drages den endelige konklusion ikke alene paa grundlag af de optiske kriterier[3]), men ogsaa af opbygningsforholdene og det optrædende minerals chemiske sammensætning. — I forbindelse med Vogelsangs nys refererede skjæbnesvangre feiltagelse staar ogsaa hans urigtige opfatning, at krystalliterne ikke altid skulde repræsentere en og samme stöchiometriske forbindelse, ja, at endog i en og samme slag og i en og samme krystallit de enkelte smaadele skulde bestaa af forskjellig-arted material i chemisk henseende; V. antager, at krystalliterne formentlig skal svare til jernoxydul-silikater af augit- eller olivin-forbindelse. Den theoretiske opfatning, som V. byggede paa sine iagttagelser med de derpaa grundede slutninger angaaende et mellemstadium mellem den amorfe masse og den egentlig individualiserede krystal-substans falder efter de nys omhandlede oplysninger til jorden.

Siegburger-slaggen, som paa de fleste steder kun bestaar af klart glas med de grönne krystalliter m. m., holder hist og

[1]) Störst i slag no. 88, fra Coldness, og no. 86, ukjendt lokalitet.
[2]) Der ogsaa er grön og gjennemsigtig, som krystalliterne.
[3]) Noget, som vistnok ogsaa vilde have været berettiget.

her nogle skidden-brune, opake partier (»skyer»), som under krydsede nikols viser sig fuldstændig mörke, og som ikke lader sig oplöse under mikroskopet, selv ikke ved den allerstærkeste forstörrelse. De brune skyer stöder aldrig direkte op til de store, leddede krystalliter, men adskilles altid fra samme ved en zone af klart glas. Midt inde i dem ligger jævnlig en hel del ganske smaa og sorte, grönne krystalliter (identiske med de store), hvilke overalt omgiver sig med en tynd hud af klart glas eller af ganske lysebrun masse. Herved ledes vi til den opfatning, at de brune skyer skyldes sulfid, som endnu paa en eller anden maade er oplöst i glasmassen, og som altsaa ikke har faaet anledning til at krystallisere ud paa normal vis. — Forholdene i andre slagger angiver, at denne forklaring maa være ganske korrekt.

For det förste optræder brune skyer, identiske med de nys beskrevne, næsten i alle de af mig undersögte MnS-förende slagger[1]), derimod aldrig i andre. Dernæst kan iagttages, at paa steder, hvor afkjölingen har gaaet hurtig for sig, optræder i de hidhörende slagger omtrent udelukkende de brune masser, medens derimod sulfidet har krystalliseret ud til ordinære krystalliter m. m. paa steder, som har været udsatte for nogenlunde langsom afkjöling. Det sidst berörte fænomen kan udmærket godt studeres i slag fra Finnbo, 1880 (no. 104). — Hertil kommer, at i de CaS-rige slagger viser der sig ogsaa jævnlig opake skyer, der vistnok ikke har brun, med skidden graa farve.

I de MnS-holdige slagger er det egentlig udkrystalliserede sulfid (krystalliterne med globuliterne o. s. v.) altid af en typisk grön farve, de opake skyer derimod er brune, uden spor af grönlig nuance. Heri ligger, at de ikke er at opfatte som ansamlinger af yderst smaa sulfid-globuliter, i krystallografisk henseende identiske med de större, grönne krystalliter m. m. Derimod maa sulfidet i foreliggende fald være jævnt og fint indesluttet i selve glasmassen, begrundet i, at det ikke fik tid til at udsondre sig, forinden slaggen störknede.

Dels for at faa anledning til at levere nogle flere detail-iagttagelser og dels for at godtgjöre, at vore sulfid-krystalliter er identiske med de af VOGELSANG beskrevne dannelser, skal vi gjennemgaa en del af vore egne, svovlförende slaggger.

[1]) F. ex. i slag fra Finnbo (no. 104), Schisshyttan (no. 60), Mühlhofen pr. Sayn, Königin Maria-Hütte, med flere.

Slag no. 104, fra Finnbo, 1880, har makroskopisk rent emaljudseende, specielt udpræget i en zone af ca. 1 cm:s tykkelse langs afkjölings-overfladen. Under mikroskopet sees, at slaggen paa de steder, hvor afkjölingen gik nogenlunde langsomt for sig, nemlig mindst et paa cm. fra overfladen, fornemmelig bestaar af klart glas, hvori i alm. ligger en hel del intensiv grönne, isotrope longuliter, ofte uregelmæssig böjede og med en stjerneformig globulit-knup paa den ene ende, aldeles som paa VOGELSANGS tafle II aftegnet. Hist og her iagttaget större, altid af klart glas omgivne, krystalliter, regelmæssig opbyggede efter tre lodret paa hinanden staaende axer (uden mellemaxer, ellers som paa VOGELSANGS tavle III). — De opake, brune skyer, identiske med de i Siegburger-slaggen, spiller kun liden rolle i et præparat af slagmasse ca. 2—3 cm. fra slaggens overflade; derimod bestaar den nærmest overfladen værende zone, af tykkelse ca. 0.5 cm., næsten udelukkende af en kompakt, lidet gjennemsigtig brun masse; længere inde kommer en veksel mellem striber af brune, opake skyer og glas med krystalliter m. m., hvilket parti aldeles faar overhaand inde i slaggens kjærne.

I slag no. 60, fra Schisshyttan, 1869 (bestaaende fornemmelig af olivin, melilith, lidt glas) iagttages overalt grönne, gjennemsigtige, isotrope, regulært opbyggede, hyppig temmelig store krystalliter, som viser sig at være ældre udkrystalliseret end silikat-mineralerne. Hist og her optræder smaa, brune skyer, ikke alene i glasset mellem olivin- og melilith-individerne, men ogsaa midt inde i selve olivin-krystallerne; de kan neppe forklares paa anden maade end som oplöst, ikke udkrystalliseret sulfid-substans. I enkelte dele af præparatet er den brune masse dominerende fremfor de grönne krystalliter.

I slag no. 86 (melilith-krystaller, et ikke bestemt mineral, det sidste i ringe mængde, og glas) sees en hel del enkeltvis liggende, gjennemsigtige, gulgrönne globuliter, som jævnlig har en diameter af 0.05 mm. og lidt derover; typiske margariter, bedre end de i Siegburger-slaggen, iagttages hist og her. Temmelig hyppig viser der sig rudimentære, leddede krystalliter, sammensatte af med hinanden sammenvoxede globuliter (margariter) og opbyggede efter de tre hovedaxer og efter mellemaxer, svarende til de tidligere omhandlede. — Inde i melilith-krystallerne ligger der endvidere, fornemmelig i zone

langs kanterne, en mængde buskformige knipper af tynde, gjennemsigtige, isotrope, lysegrönne, uregelmæssigt böjede longuliter, der jævnlig indeholder globulitiske udvidelser (danner da overgang til margariter); knipperne er orienterede som paa fig. 31 angivet. Da der jævnlig sees gradvise overgange mellem de tidligere beskrevne store globuliter med krystalliter paa den ene side og de sidst omhandlede longulit-knipper paa den anden, sluttes, at de sidste ogsaa bestaar af sulfid-substans. — Den ejendommelige orientering i bundter langs melilith-krystallerne gjenfindes temmelig hyppig i vore præparater, maa derfor være begrundet i et konstant krystallisations-fænomen hos melilith-substansen; det maa ikke forveksles med »Pflockstruktur'en», om det end rimeligvis fremkaldes ved den samme lovmæssige kontraktion som den sidstnævnte struktur.

Augit-slag no. 161, med 5.01 % CaS, förer store, klare og farvelöse, isotrope krystalliter, regelmæssigt opbyggede efter tre lodret paa hinanden staaende axer og jævnlig liggende inde i augit-krystallerne, der altsaa maa være yngre. — Slag no. 88, fra Coldness (melilith-slag med de store spinel-oktaedere) udmærker sig ved at före meget store globuliter, med diameter op til 0.05 mm. De er gjennemsigtige, farvelöse, isotrope, har udseende og habitus aldeles som de grönne globuliter i f. ex. slag no. 86. De ligger jævnlig midt inde i spinel-oktaederne ɔ: de er dannede tidligere end aluminatet, der som bekjendt altid er ældre end silikat-mineralerne. Hist og her sees rudimentære, leddede krystalliter, som i no. 86. Melilith-krystallerne indeholder i regelen langs kanterne, næsten nöjagtig som paa fig. 31 angivet, et system af knipper, bestaaende af tynde longuliter eller margariter (diameter i alm. kun 0.002 mm.), som er klare, tilsyneladende isotrope, visende overgang til de större globuliter og krystalliter, altsaa ogsaa bestaaende af sulfid-substans. — Nogle skidne, lys brungraa skyer i partierne mellem melilith- og spinel-krystallerne er rimeligvis fremkaldte ved endnu ikke udkrystalliseret sulfid-masse. — Slag no. 94 (gehlenit eller melilith, spinel og meget glas) holder saavel klare, isotrope krystalliter (regelmæssigt opbyggede efter tre lodret paa hinanden staaende axer) med globuliter og longuliter som stövformige, graa skyer (sulfid-substans). — Nöjagtig paa samme maade optræder svovlmetallet i slag no. 59 (olivin med lidt spinel og meget glas).

De slagger, vi hidtil har beskjæftiget os med, har samtlige fört en temmelig betydelig svovlgehalt; fornemmelig af hensyn til den metallurgiske interesse, som sagen frembyder. skal vi ogsaa omtale et par slagger med kun meget lidet svovl. — Slag fra Dådran (no. 103), med 0.15 % S, har krystallinsk kjærne af grön farve, med brunt glas; inde i de krystallinske partier sees en vrimmel af smaa, grönne, gjennemsigtige, antagelig isotrope, uregelmæssigt böjede og forgrenede longuliter, der fuldstændig savnes i glasset ɔ: her existerer sulfidet endnu i oplöst form. — I slag fra Forsbacka, juni 1879 (no. 100), med 0.28 % svovl, indtages mellemrummene mellem silikat-mineralernes individer jævnlig af en dunkel, skyformig masse, som paa enkelte steder ved stærk forstörrelse sees at bestaa af glas med en vrimmel af yderst smaa, globulitiske og longulitiske udsondringer. — Flere exempler behöver vi ikke at gjennemgaa.

Som tidligere omtalt, kan der i præparat af slag no. 35 og 39, med resp. 0.04 og 0.025 % S, ikke opdages spor af sulfid, medens allerede en svovlgehalt paa 0.15 % meget tydelig giver sig tilkjende, i alle fald, naar smeltemassen holder Mn.

Hidtil har vi omtrent udelukkende holdt os til sulfid af Ca og Mn; i det fölgende derimod skal vi omhandle nogle FeS-förende masovnsslagger. — Som bekjendt blir rujern, fremstillet i masovn, relativt i særlig grad svovlfattigt ved uren gang ɔ: naar den smeltende slag kommer til at holde abnormt meget FeO. Heri ligger, at Fe (eller FeO) i stærkere grad end de övrige baser bidrager til at lette svovloptagelser — et forhold, som viser sig at være begrundet i, at Fe har stærkere affinitet til S, end tilfældet er med Mn. Ca, o. s. v. — Ved lidt uren gang blir svovlrige masovnsslagger (i alle fald fra kokes-ovne) strax mörkegraa eller næsten ganske sorte, medens svovlfri slagger med samme FeO-gehalt kun er ganske svagt farvede. For at oplyse om dette forhold, som fremgaar af den praktiske erfaring i det store, skal vi hidsætte fölgende detailler: De svovlfattige olivin-slagger no. 35 og 37, med resp. 2.44 og 2.60 % FeO, er kun ganske svagt lysegraa; ligeledes er de krystallinske partier i tetragonal-

slaggerne no. 98 og 102, med resp. 2.85 og 5.10 % FeO, ganske lyse, med resp. lidt svag blaagraa og lidt gul nuance. — Paa den anden side viser melilith-slag no. 85, med 6.04 % FeO og 0.47 % S, sig at være stærkt mörkegraa, og slag no. 148, med kun 2.15 % FeO og 0.49 % S, er næsten ganske sort. — Allerede af disse iagttagelser fremgaar, at de sidstnævnte slagger maa farves ved et Fe-rigt sulfid.

Ved mikroskopisk undersögelse af den tidligere omhandlede glimmer-förende melilith-slag fra *Königin Maria-Hütte*, falden ved uren gang, er allerede berört, at mellemrummene mellem silikat-mineralerne indtages af en mörkegraa, dunkel, ikke gjennemsigtig masse (se fig. 33), som ikke kan oplöses med sikkerhed under mikroskopet. Vi kan uden videre indse, at massen ikke simpelthen er at opfatte som et homogent, FeO-rigt glas, idet vi nemlig ved, at dette er klart og gjennemsigtigt. Ved etsning med passende stærk saltsyre viste det sig, at de dunkle partier blev klare og isotrope samtidig med, at jernhydrat udsondredes ɔ: mellemrummene bestaar af glas, hvori ligger en vrimmel af ganske fine, stövformige partikler, der let oplöses af syre; af de nys omhandlede iagttagelser fremgaar, at vi har for os et sulfid, med Fe som væsentlig bestanddel.

Slag no. 85 sees under mikroskopet at bestaa af silikat-mineraler (fornemmelig melilith), hvis enkelte dele adskilles fra hinanden ved en sort, ikke oplöselig basis. Det ligger i sagens natur, at denne ikke er noget slags FeO-glas, men at den maa være glas, som holder en sort, farvende bestanddel, nemlig FeS eller et andet jernrigt sulfid.

Slag fra *White Forgepigg, 1879*, (analyse no. 148) ser makroskopisk ud som et sort, obsidian-lignende glas; under mikroskopet öjnes ikke udsondring af noget slags silikat-mineral. Den hele masse bestaar af glas med smaa, kugleformige, saavidt det kan afgjöres ganske uigjennemsigtige globuliter (med diameter i alm. 0.005 mm., i max. 0.015 mm.) samt skidden graabrune skyer. Globuliterne omgiver sig altid med en ganske klar zone ɔ: glasset i og for sig er farvelöst og fuldstændig gjennemsigtigt. De graabrune skyer er des mörkere, jo længere de er fjernede fra de færdig udsondrede globuliter; endvidere kan iagttages, at jo större de sidste er, des bredere er den klare zone, hvormed de omgiver sig ɔ: det er netop den substans, som betinger de mörke skyer, der har givet ophav til globuliterne. Det fremgaaer med fuld sikkerhed af det fore-

gaaende, at de sidste maa bestaa af FeS eller et jernrigt RS, hvor R = Fe, Mn, Ca, o. s. v.; rimeligvis har vi for os ren FeS. De opake skyer er fuldstændig analoge med de tidligere beskrevne (se pag. 205); de skyldes sulfid, som ikke har faaet tid eller anledning til at krystallisere ud.

Efter denne fremstilling skulde man forelöbig være tilböjelig til at vente, at de FeO-rige slagger fra de ordinære smeltninger af kobbersten, nikkelsten, blysten o. s. v. — hvilke som bekjendt i alm. holder ca. 22—28 % svovl — i særlig grad skulde være svovlholdige. Vi har seet, at slagger fra masovne, altsaa fra processer, hvor der altid kun er forhaanden relativt lidet svovl, kan holde i alle fald ca. 2.5 % S, og endvidere ved vi, at FeO i stærkere grad end MnO og CaO forögcr smeltemassernes evne til at oplöse svovl; da der ved de ordinære sten-smeltninger altid er store mængder af svovl tilstede, skulde fölgelig formodes, at slaggerne fra de sidstnævnte processer altid skulde være aldeles overfyldte med sulfid; saa er dog ikke tilfælde. Som en orienterende bemærkning forudskikkes, at i de her omhandlede slagger maa der (som det allerede paa pag. 194—195 er gjort) skarpt skilles mellem den svovlgehalt, som skyldes mekanisk medrevne sten-partikler[1]), og den, som skyldes RS, oplöst i smeltemassen paa samme maade, som tilfældet er med RS i masovnsslagger.

Vi skal begynde med at gjennemgaa nogle relativt SiO_2-rige slagger[2]) fra sten-smeltninger. — For et par aar siden foretog jeg, i forbindelse med nogle undersögelser vedrörende virkningen af kokes og trækul ved de Kongsberg'ske skaktovnssmeltninger[3]), en række svovlbestemmelser i gjennemsnitspröver af stivslag fra Kongsberg sölvværk, fra aarene 1876, 1877, 1878 og 1879, (med surstofforhold 1 : 1.39, 1.65, 1.47, 1.55 og 1.70, se analyse-serie i Norsk tekn. tidsskr. eller no. 48 i dette arbejde). — Under forudsætning af, at hele den i slaggen for-

---

[1]) I mikroskopiske præparater af slagger fra enkelte sten-smeltninger (navnlig fra flammeovns-smeltning) er saadanne temmelig vanlige; de har kugleform, viser metallisk glans, er ofte meget store; det er altid let at skjönne, at de er at opfatte som mekaniske forureninger.

[2]) Disse anvendes sjelden i praxis, idet der i regelen forsmeltes rostede, altsaa stærkt jernoxyd-rige og basiske produkter.

[3]) Se Norsk teknisk tidsskrift, 1883.

haanden-værende sölvmængde skyldes mekanisk indblandet sten, beregnes, i henhold til svovl- og sölv-gehalten i stenen paa den ene side og sölvgehalten i slaggen[1]) paa den anden, at sten-partiklerne skal tilföre slaggen en svovlgehalt af resp. 0.46, 0.59(?), 0.41 og 0.41 %, gjældende for de fire aar 1876–79. Ved chemisk analyse blev fundet, at svovlgehalten i gjennemsnitspröverne vekslede mellem 0.28 og 0.36 %, hvoraf sluttes, at den foreliggende slag antagelig ikke engang holder spor af egentlig oplöst sulfid.

Ved Mansfelder-ovnene stikkes den smeltende slag först ud i en stor »slag-gryde», hvor den störste del af de mekanisk medrevne sten-kugler synker tilbunds, og derpaa over i nok en stor »slag-gryde», hvor den resterende stengehalt skal afsætte sig. Efter denne behandling ansees slaggen, som förer ca. 0.25 à 0.30 % kobber —, der formodes at optræde som silikat, — at være aldeles fri for stenkugler. For med fuld sikkerhed at faa afgjort, om det her foreliggende smelteprodukt förer nogen gehalt af egentlig oplöst sulfid, blev passe kvantiteter af saavel krystallinske som glasagtige partier af slaggen pulveriserede og separerede i K-, Hg-, J-vædsken. — Ved specifisk vægt = 3.00 sank ikke nogen bestanddel af nogen af de to pröver tilbunds ɔ: det undersögte slagpulver har ikke holdt mekanisk medrevne stenkugler. Da krystalsubstansen har sp. v. ca. 2.975, altsaa meget lidet under 3.00, kan der ikke engang have været tilstede spor af kobbersten, sammenvoxet med noget af silikatet. — Krystaldelene, ɔ: augiten, flyder ved sp. v. 2.975, synker derimod ved 2.966, maa altsaa i virkeligheden have sp. v. mellem de to grænser. I den glasagtige slag faldt först lidt krystalsubstans ud ved ca. 2.95, medens selve glasset bundfældtes ved ca. 2.70 (mellem 2.713 og 2.691)[2].

Det paa den her omhandlede maade undersögte pulver indeholdt ikke engang spor af svovl ɔ: den foreliggende smeltemasse har hverken holdt mekanisk medrevne stenkugler eller noget slags oplöst sulfid.

Efter en del af mig tidligere foretagne analyser holder gjennemsnitspröver fra aarene 1876—79 af den saakaldte tyndslag fra Kongsberg (se analyse no. 49, med surstofforhold 1 : 1.08, 1.01, 1.03, 0.95 og 1.01) mellem ca. 0.80 og ca. 1.10 %

[1]) Se Norsk teknisk tidsskrift, 1883.

[2]) Herved bekræftes den tidligere kjendte regel, at den sp. v. er större, naar en masse antager krystalliseret form, end naar den samme substans störkner til glas.

svovl; vi maa kunne gaa ud fra, at heraf skriver ca. 0.4—0.5 % sig fra mekanisk medrevet sten; tilbage bliver 0.3—0.7 %, som skyldes sulfid, oplöst som i masovnsslagger. — De to analyser, no. 146 og 147, af flammeovnsslag fra kobbersten-smeltninger ved Swansea viser resp. 0.22 og 0.31 % svovl, som skyldes medrevet sten, og resp. 3.17 og 2.24 % svovl, som skyldes oplöst sulfid. Dels i henhold til de tidligere udviklinger og dels paa grund af, at de to analyser kun förer meget lidet CaO, MnO, ZnO og MgO, kan sluttes, at svovlet i foreliggende tilfælde maa være i forbindelse med jern, dannende FeS. — De to analyser, no. 28 og 29, af ZnO-rig blyslag fra Freiberg viser resp. 4.1 og 1.70 % svovl, hvoraf i alle fald den störste del maa skrive sig fra oplöst sulfid.

Som resultat af disse analyser, der med lethed kunde kompletteres af den forhaanden-værende metallurgiske literatur, fremgaar, at de basiske, FeO-rige slagger fra sten-smeltninger altid holder, — foruden den svovlmængde, som skyldes stenpartiklerne, — en del svovl, oftest en eller et par procent, under form af oplöst sulfid. I de mere SiO_2-rige slagger fra de samme slags smeltninger derimod savnes den sidste slags svovlgehalt, om end masovnsslagger af tilsvarende surhedsgrad jævnlig viser sig at före en ikke ganske uvæsentlig procent svovl (se pag. 191). Grunden til dette forhold maa formentlig være at söge i, at der vistnok i slagmasserne i sten-smeltningsovnene paa normal maade har dannet sig en del RS, men at denne, naar ikke slaggen har været stærkt basisk (ɔ: naar der ikke har været tilstede særdeles gunstige betingelser for dannelsen af RS og konservering(?) i oplöst form af samme), uden videre er bleven forbundet med eller revet med af de gjennem slaggen synkende stenkugler.

I præparater af den tidligere omhandlede blyslag fra Freiberg (se no. 28 og 29) — hvilken som bekjendt fornemmelig bestaar af fayalit, ZnO-spinel, magnetit, undertiden ogsaa lidt glas — sees jævnlig nogle temmelig store krystalliter, regelmæssigt opbyggede, som de i Siegburger-slaggen, dels efter tre lodret paa hinanden staaende axer og dels desuden efter mellemliggende mellemaxer. Krystalliterne er gjennemsigtige, om end ikke ganske klare; farven er skidden lysegraa; ingen mærkbar indflydelse paa det polariserede lys kan iagttages. De er dannede paa et tidligere stadium end fayaliten; aldersforholdet lige over for spinellen og magnetiten kan ikke afgjöres.

Efter disse iagttagelser kan med temmelig stor sikkerhed sluttes, at de nævnte krystalliter[1]) maa være identiske med de tidligere omhandlede ɔ: at de maa bestaa af sulfid. Dette maa ogsaa uden videre fremgaa ved fölgende betragtning: de foreliggende præparater indeholder, saavidt det kan sees, ikke andre bestanddele end fayalit, spinel, magnetit, lidt glas og krystalliterne. Analyserne udviser, at slaggen skal holde sulfid; da dette ikke indgaar i nogen af de 3 förste mineraler, og da det heller ikke i sin helhed kan formodes at være oplöst i glasset[2]), maa det være identisk med krystallit-substansen.

Denne kan ikke bestaa af ren FeS, idet dette sulfid er sort og uigjennemsigtigt; sandsynligt er, baade af metallurgiske og krystallografisk-mikroskopiske grunde, at vi har for os et Zn-rigt sulfid (ZnS + n FeS, altsaa en artificiel zinkblende).

I de övrige FeO-rige slagger, som staar til disposition, fra forskjellige slags sten-smeltninger (Kongsberg, Röraas m. m.) kan ikke opdages ved mikroskopisk undersögelse nogen bestanddel, som med sikkerhed kan tolkes som sulfid. — I de hidhörende præparater sees fayalit, magnetit (nemlig en stærkt magnetisk, sort, oktaedrisk krystalliserende RO. R_2O_3-forbindelse) og glas, der jævnlig er sort og uigjennemsigtigt, efter min formening fornemmelig, ofte endog udelukkende, fordi magnetiten endnu ikke har faaet anledning til at krystallisere ordentlig ud. De fint fordelte FeS-partikler optræder antagelig i glasset og bidrager til at gjöre dette dunkelt, paa samme maade som ved de tidligere beskrevne slagger ved Oberhausen og Königin Maria-Hütte.

I begyndelsen af dette afsnit gjorde vi opmærksom paa, at de forskjellige slags RO-baser foröger smeltemassernes evne til at optage svovl i fölgende orden: stærkest virker FeO, saa kommer MnO, dernæst CaO og tilslut MgO; videre omtalte vi, at evnen til at optage svovl voxer med basisiteten. — Ved de mikroskopiske undersögelser er bleven godtgjordt, at svovlet i slaggerne optræder som monosulfid (RS); i de FeO-rige slagger

[1]) Disse optræder ikke i de mikroskopiske præparater af blyslag fra Freiberg, som A. STELZNER har beskrevet (l. c., N. J. f. M. G. P. 1882. I, pag. 170); derimod omtaler S. (pag. 173) en gulröd, gjennemsigtig, isotrop substans, som rimeligvis ogsaa bestaar af sulfid, og som synes at erstatte de regelmæssigt opbyggede krystalliter.

[2]) Som i alm. kun er tilstede i yderst ringe mængde.

er S udelukkende eller fornemmelig indtraadt i forbindelse med Fe; i de omtrent FeO-fri, men MnO-holdige, betyder R fortrinsvis Mn, i saavel FeO- som MnO-fattige derimod antagelig udelukkende Ca (med eller uden spor af Mg).

Grunden til alle disse forholde maa — her som ellers — være at söge i affinitets-relationerne, nemlig i foreliggende tilfælde mellem SiO_2 og S paa den ene side og mellem de forskjellige slags RO-baser og S paa den anden. — Den kjendsgjerning, at saavel sulfid som aluminat fortrinsvis (for den sidste forbindelses vedkommende endog udelukkende) konstitueres i basiske smeltemasser, maa bero paa, at SiO_2, naar den er tilstede i rigelig mængde, med fornöden intensitet holder paa sine baser[1]). Fe har — i silikat-smeltemasser — stærkere relativ affinitet til S, end tilfældet er med Mn; videre Mn stærkere end Ca, og Ca stærkere end Mg. De forskjellige RO-basers affinitetsforholde komplicceres i foreliggende tilfælde ved, at oxyderne först maa reduceres, forinden metallerne kan træde i forbindelse med svovl.

Tidligere er leveret en hel del analyser af S-holdige slagger (se oversigt over analyser af augit-, olivin-, melilith-slagger m. m. m.); her skal kun meddeles analyse af nogle mörkegraa eller rent sorte slagger, som er farvede af FeS.

Analyse af *masovnsslagger*, farvede mörke af *FeS*.

	No. 85.	No. 148.	No. 149 a.	No. 149 b.
SiO_2	39.45	43,80	51,60	51,92
Al_2O_3	10,70	14,61	7,28	6,39
CaO	37,24	31,04	28,57	26,87
MgO	2,34	3,76	4,08	4,62
MnO	1,95	3,57	0,45	0,43
FeO	4,98	1,02	7,55	8,65
K_2O	1,79	—	—	—
FeS	1,29	1,37	0,94	0,50
Sum	99,74	99,17	100,47	99,58
% S	0,47	0,49	0,34	0,18
Surstofforhold	1 : 1,14	1 : 1,28	1 : 1,84	1 : 1,91

[1]) Cfr. afsnittet om jernoxydul i slagger. — Vi vil her minde om, at ogsaa masovnsslaggernes fosforgehalt under ellers lige omstændigheder voxer med basisiteten.

No. 85. Fra *Oberhausen*, *1878*, se pag. 144.

No. 148. Fra *White Forgepigg*, pr. Dowlais, S. Wales, *1879*. (Analyseret af O. YNGSTRÖM; svovlbestemmelsen er middel af tre analyser af MÖRTSTEDT, LINDBERG og OTTELIN). Se tidligere beskrivelse.

No. 149, a og b. Fra *Hjortqvarn*, *1858* (ved brug af ⅔ trækul og ⅓ torvkul, hvilke sidste var meget S-rige; slaggen var ganske sort, saa længe torvkullene anvendtes, se Jernkontorets Annaler, 1859). Analyserne er udförte af resp. TH. WITT og A. W. ESSEN. Slaggen bestaar af glas med krystaludsondringer (efter makroskopisk udseende augit).

De tre sidste analyser er udförte paa Stockholms Bergskola.

Emaljslagger.

De saakaldte emaljslagger (som har porcelæn-lignende habitus, og som kun er kant-gjennemskinnelige, med glasagtigt brud) kan deles i to store hovedgrupper, nemlig i de stærkt SiO_2-rige (de egentlige emaljslagger) paa den ene side og i de svovlrige, basiske paa den anden. — I sin almindelighed fremkaldes emalj-udseendet derved, at i et normalt glas ligger udskildt en utallig vrimmel af yderst smaa legemer [1]) (globuliter o. s. v.), der oftest har saa ringe dimensioner, at de ikke kan holdes ud fra hinanden ved mikroskopisk undersögelse ɔ: emaljen skyldes et krystallisations- eller struktur-fænomen, som kun indirekte er begrundet i de chemiske forholde. Erfaring i stort viser, at ordinære (ikke svovlholdige) slagger af sammensætning singulosilikat til bisilikat og lidt derover næsten uden undtagelse [2]) blir krystallinske eller (ved stor Al_2O_3-gehalt) glasagtige ɔ: de silikat- eller aluminat-mineraler, som danner sig ved de nævnte sammensætninger, optræder aldrig i saa rent ubetydelige individer, at massen ikke kan oplöses under mikroskop.

---

[1]) Disse hindrer lyset i at passere slaggen paa ordinær vis, idet de fremkalder utallig mange gange gjentaget lysbrydning og totalreflexion. — Man kan, hvad de rent fysiske forholde betræffer, drage parallel mellem slagger og H_2O under de forskjellige slags agregattilstande: krystallinske slagger svarer til is, glasagtige til vand og emaljagtige til sne (eller skum).

[2]) Ved meget hurtig afkjöling antager undertiden singulosilikat-slag ved de svenske digelpröver et emaljlignende udseende.

De vanlige, kiselsyre-rige emaljslagger, hvormed vi i det fölgende först skal beskjæftige os, har jævnlig forskjellig-arted struktur i forskjellige dele af et og samme haandstykke. Naar smeltemasserne ikke har været altfor sure, plejer der jævnlig i midten og paa undersiden af slaggen — ɔ: paa de steder, hvor afkjölingen gaar nogenlunde langsomt for sig — at udsondre sig krystallinske partier (ofte sfærolither), medens oversiden blir bestaaende af veksel af emalj og glas. Undertiden er den övre halvdel rent glasagtig, den nedre derimod emaljagtig; overgangen sker gradvis; emaljen ɔ: de fine globuliter, optræder i disse slagger der, hvor afkjölingen har været relativt langsom, medens smeltemassen lige ved overfladen uden videre gaar over til glas.

Analyse no. 157, a, b og c (af resp. ordinær, lyseblaa emalj —, af mörkegraa, krystallinske kugler — og af lyse, emaljagtige kugler, alt optrædende i et og samme haandstykke) af slag fra *Tansâ*, *1852*, giver tilkjende, at de forskjellige dele, hvoraf en emaljslag kan bestaa, karakteriseres ved den samme chemiske sammensætning [1]) ɔ: variationerne i strukturen skyldes nuancering i de fysiske forholde, hvorunder krystallisationen finder sted.

Surstofforholdet i emaljslaggerne no. 150—157 samt i nogle andre, som har staaet til disposition, men som jeg ikke har fundet nödvendigt at publicere, er (naar Al_2O_3, ifölge vor tidligere udvikling, regnes som base):

1 : 3.49, 3.17, 3.21 med 3.08 og 2.82, 3.03, 2.78, 2.62, 2.53, 2.50 og 2.48; hertil kommer slag fra *Borgfors*, *1871*, som i alm. er glasagtig, men som paa enkelte steder har emaljagtig habitus, med surstofforhold 1 : 2.11 [2]). — Paa den anden side karakteriseres de SiO_2-rigeste af de tidligere omhandlede pyroxenslagger ved fölgende surstofforhold:

1 : 2.49, 2.42, 2.38, 2.28, 2.27, 2.21, 2.20 o. s. v.

Vi ser heraf, at de egentlige emaljslagger gjennemgaaende udmærker sig ved större SiO_2-gehalt end de ordinære, krystallinske pyroxen-slagger; analyserne udviser, at surstofforhold ca. 1 : 2.50 temmelig nöje kan opfattes som grænse mellem de krystallinske slagger paa den ene side og de emaljagtige paa den anden. — Det er sandsynligt, at ogsaa ved smeltemasser som de her omhandlede bidrager lerjorden til at gjöre pro-

[1]) De tre analyser er neppe meget samvittighedsfuldt udförte.
[2]) Rigtigheden af denne analyse betvivles.

duktet glasagtigt ɔ: til at modvirke krystallisationen i sin almindelighed, altsaa ogsaa til at hindre globulit-dannelsen, saa slaggerne ikke bliver emaljagtige. I overensstemmelse hermed finder vi, at vore samtlige emaljslagger förer en temmelig liden Al_2O_3-gehalt, nemlig resp. 2.2, 2.5, 2.59, 3.86, 4.16, 4.31, 5.50 — 8.41 og 9.2 % Al_2O_3 (de to sidstnævnte slagger er typisk emaljagtige). — Forholdet mellem MgO (med lidt MnO og FeO) paa den ene side og CaO paa den anden i analyserne no. 150—157 varierer mellem: 1 MgO til 0.69, 0.79 CaO og 1 MgO til 4.83, 4.34 CaO ɔ: emaljslaggerne dannes ved forhold mellem MgO og CaO svarende til de, ved hvilke saavel augit som wollastonit (med det hexagonale kalksilikat) vilde have krystalliseret ud i mere basiske smeltemasser. — Vi vil specielt betone, at vi har stærkt CaO-rige emaljslagger ved surstofforhold 1 : 2.78, paa den anden side desuden stærkt MgO-rige ved forhold 1 : 2.62 ɔ: det kan ikke paavises, at MgO eller CaO har nogen særlig tendens til at modificere den nys dragne grænse (ca. 1 : 2.50) mellem de emaljagtige og de krystallinske slagger. — Jo kiselsyre-rigere emaljslaggerne blir, des mindre holder de i det hele af större, krystallinsk udsondrede partier (oftest sfærolither); slagger over trisilikat bestaar næsten kun af ren emalj.

Ved mikroskopisk undersögelse viser de krystallinske dele i de ikke altfor CaO-rige emaljslagger[1]) sig at före et jævnlig i temmelig store, söjleformigt udtrukne individer optrædende mineral, som har temmelig levende interferensfarver; udslukningen under krydsede nikols fölger ikke individernes længderetning ɔ: mineralet maa være mono- eller asymetrisk; vinkelen mellem bissektrix og c er stor, nemlig op til ca. 40°. De enkelte individer, som hyppig er samlede i negformige grupper, er ofte halvcirkel-formig böjede. Undertiden iagttages, at mineralet viser opbygning efter en c-axe og efter to retninger, som med c danner vinkel paa ca. 20°. — Da til disse iagttagelser kommer, at mineralet synes at være aldeles identisk med den i radial-straalige sfærolither optrædende augit i slag fra Mohärnshyttan (pag. 20), sluttes med temmelig stor sikker-

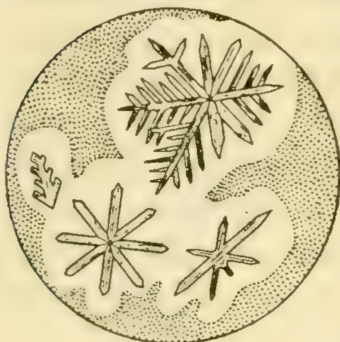
[1]) I slag fra Tansâ, 1852 (no. 157, med surstofforhold 1 : 3.08, 3.21 og 2.82, ca. 4 CaO til 1 MgO) optræder et mineral, med levende interferensfarver, udslukning, saavidt det kan afgjöres, altid efter længderetningen. Det kan tænkes at være wollastonit eller det hexagonale kalksilikat.

hed, at de krystallinske partier i nogenlunde MgO-rige emaljslagger bestaar af augit.

De mikroskopiske præparater af de emaljagtige dele af vore slagger giver i regelen ikke anledning til noget detailleret studium[1]); man har oftest kun for sig en skidden mörk, lidet gjennemsigtig masse, som ikke lader sig oplöse under mikroskopet; under krydsede nikols blir feltet ganske mörkt.

Kun slag no. 153, fra *Dormsjö*, viser mere afveksling. — Ved særdeles stærk forstörrelse kan iagttages, at de egentlige emaljpartier bestaar af glas, hvori ligger en talrig masse yderst smaa, men dog synbare globuliter. Paa enkelte steder er udsondret leddede krystalliter, der, som det gjengives paa fig. 35, altid adskilles fra de egentlige glubulit- eller emalj-partier ved en tynd zone af aldeles rent glas; i overensstemmelse med de tidligere iagttagelser rörende analoge forholde (se pag. 203) slutter vi, at det er de yderst smaa globuliter, som paa enkelte steder har koncentreret sig til eller löbet sammen til större, individualiserede krystalliter ɔ: disse bestaar af samme substans som globuliterne. — Krystalliterne viser sig jævnlig som sekssidige stjerner, med sekundær opbygning parallel de primære straaler; desuden sees ottesidige stjerner (som rimeligvis er fremkomne ved skjævt skaarne snit) samt mere uregelmæssige dannelser (som længst til venstre paa fig. 35). Krystalliterne er indtil 0.1 mm. store; tykkelsen af de enkelte stænger er oftest ca. 0.005 mm. Under krydsede nikols viser de kun en yderst svag veksel mellem graat og sort; nogen stærk indflydelse paa det polariserede lys finder ikke sted, da individerne er saa yderst smaa. Den eneste slutning, som af de optiske forholde kan drages, er, at det foreliggende mineral ikke tilhörer det regulære system; af opbygningen kan man forstaa, at det heller ikke kan være tetragonalt, men længere kan man ikke komme.

Fig. 35.



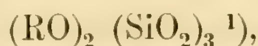
Præparat af emaljslag fra *Dormsjö* (analyse no. 153), visende krystalliter, omgivne af glas, og globuliter (som i virkeligheden er mindre og tilstede i större antal end paa tegningen angivet). ($\frac{200}{1}$).

---

[1]) Emaljslaggerne holder ikke sjelden mekanisk medrevet kvarts, hvilket mineral ikke maa opfattes som udsondret af massen; i mere basiske smeltemasser opsluttes kvartsen let.

De sidst omhandlede krystalliter synes i slag fra Dormsjö hist og her ogsaa at optræde midt inde i de krystallinske augitpartier, der ogsaa jævnlig har emaljlignende habitus, begrundet i, at der ogsaa her findes en vrimmel af yderst fine, i alm. ikke engang synbare globuliter.

Det kan paa det nuværende stadium ikke afgjöres med sikkerhed, hvilket mineral vore globuliter med krystalliter tilhörer; vore iagttagelser giver kun anledning til fölgende slutninger: 1) Da mineralet udelukkende optræder i stærkt SiO_2-rige slagger, med surstofforhold mellem ca. 1 : 2.50 og ca. 1 : 3.50, maa det sandsynligvis karakteriseres ved et midlere surstofforhold, muligens 1 : 3.00. 2) De sure slagger blir emaljagtige selv ved tilstedeværelse af liden eller ingen Al_2O_3-gehalt ɔ: mineralet kan ikke före lerjord som væsentlig bestanddel. 3) CaO og MgO maa rimeligvis kunne erstatte hinanden, da vi har emaljslagger saavel ved stor CaO- og liden MgO-gehalt som omvendt. — Resultatet er, at emalj-mineralet formodes at bestaa af



$$(RO)_2\ (SiO_2)_3$$ [1]),

hvor RO er CaO med MgO. Om denne rent hypothetiske forbindelse kan kun gives den oplysning, at mineralet ikke er regulært eller tetragonalt.

Hvor afkjölingen af de SiO_2-rige smeltemasser (over 1 : 2.50) foregaar nogenlunde langsomt, krystalliserer augit (eller andre pyroxen-mineraler?) ud; dette sker med större intensitet, jo mere basiske slaggerne er. Overfladen af emaljslaggerne er ofte ren glasagtig ɔ: her har emalj-mineralet ikke faaet tid til at danne sig.

Grunden til emalj-udseendet maa efter denne udvikling være at söge i, at det sig dannende mineral i regelen ikke viser tendens til at optræde i store individer; i almindelighed er krystallisations-processen bleven indskrænket til, at der er bleven udsondret globuliter (af meget smaa dimensioner).

Da tidligere er paavist, at pyroxen-mineralerne spiller en aldeles dominerende rolle i smeltemasser med nogenlunde stor

---

[1]) Dette mineral er neppe identisk med noget fra naturen tidligere kjendt. — Mange grunde taler for, at der ikke foreligger fri kiselsyre (tridymit eller kvarts, som ikke udsondrer sig af ordinære smeltemasser): af övrige, stærkt SiO_2-rige, naturlige mineraler, som man kunde tænke paa, kjendes kun kali- og natron-feldspatherne (som ogsaa kan opfattes som trisilikater). Da emaljslaggerne i regelen hverken holder K_2O eller Na_2O, kan det ikke være nogen feldspath, som foreligger. — Om den mulighed, at vi skal have for os en pyroxen, se senere.

SiO_2-gehalt (ved ca. bisilikat), og da vi nys har havt anledning til at iagttage, at augit desuden ogsaa danner sig i trisilikat-slagger, idet nemlig de grovkrystallinske partier i disse (efter al sandsynlighed) bestaar af det nævnte mineral — ligger det nær at formode, at ogsaa de fine globuliter og krystalliter skal være identiske med pyroxen; saaledes kan det dog neppe forholde sig. — Vi har seet, at i de stærkt SiO_2-rige slagger optræder augit jævnlig paa de steder, hvor afkjölingen har gaaet langsomt for sig; man kunde fölgelig forestille sig, at i de partier, som blev udsatte for hurtig afkjöling, begyndte ogsaa augit at krystallisere ud, men at her individualisationen blev hæmmet (dels vid indtrædende stivning, dels ved den store SiO_2-gehalt, som antagelig hindrer krystallisation af bisilikat, paa samme maade som et overskud af Al_2O_3). — Mod denne opfatning taler for det förste, at intetsteds sees gradvis overgang mellem augiten i de grovkrystallinske partier og de fine krystalliter (med globuliter) i de emaljagtige, tvertom, der er altid aldeles skarp grænse; i slaggen fra Dormsjö synes endog hist og her krystalliter (som de paa fig. 35 aftegnede) at ligge midt inde i augit-partierne. Dernæst kommer fölgende moment: Hvis krystalliterne bestod af augit, maatte det ubetinget formodes, at individualisation, naar der afkjöles hurtigt, lettere skulde kunne finde sted i bisilikat- end i trisilikat-smeltemasser, men saa er ikke tilfælde; ved f. ex. de svenske digelpröver (til bestemmelse af jernmalmenes gehalt og basisitetsgrad) erholdes altid, under ellers lige forholde, emaljslagger ved trisilikat, derimod rent glasagtige slagger ved bisilikat [1]) ɔ: i förste fald er en krystallisation bleven paabegyndt, i andet fald derimod ikke.

De emaljagtige dele af de stærkt SiO_2-rige slagger udmærker sig jævnlig ved en karakteristisk lyseblaa (smalte- eller himmelblaa) farve, medens de krystallinske dele i samme haandstykke er graa (oftest mörkegraa [2]). — I slag no. 156,

---

[1]) Den normale slagserie er: trisilikat og derover giver ren emalj; — lidt under trisilikat, enten ren emalj eller emalj med lidt glas; — fra ca. 2.5-silikat til ca. 1.5 silikat rent glas; — ved ca. 1.5-silikat eller lidt derunder glas med krystallinsk parti; — ved singulosilikat og lidt derover, resp. derunder, omtrent fuldstændig krystallinsk masse ɔ: olivin, muligens ogsaa melilith-mineralerne konstitueres ved hurtig afkjöling lettere end pyroxen-mineralerne.

[2]) Augit blir, som tidligere omhandlet, temmelig mörkegraa ved en gehalt af 2—3 % FeO, som er den vanlige jernoxydul-mængde i trisilikat-slaggerne.

fra *Borgfors*, *1871* (med krystallinsk kjærne, derpaa emalj, som lidt efter lidt gaar over til glas) viser emalj- og glaspartierne sig at være fluoriserende i særdeles stærkt grad: i gjennemfaldende lys besidder de en skidden grön farve, uden blaalig tone; i reflekteret lys derimod er de rent mörkeblaa. Aldeles analoge iagttagelser anföres ogsaa af I. F. L. HAUSMANN (Beitrag zur Kentniss der Eisenhohofen-Schlacken, l. c., afsnit »Ueber die blaue Färbung d. Eisenhohofen-Schlacken»), til hvis udförlige beskrivelse (med literatur-angivelser) henvises. Den blaa farve hos masovnsslagger blev temmelig jævnlig diskuteret i den metallurgiske literatur i slutten af forrige aarhundrede og den förste halvdel af dette (se oversigt i HAUSMANNS arbeide [1])), uden at man dog er kommet til fuld klarhed over aarsagen; det er tidligere ikke bleven tilstrækkelig betonet, at de blaa emaljslagger altid üdmærker sig ved en særdeles stor SiO_2-gehalt. — FOURNET meddelte, i 1847, den iagttagelse, at ordinært grönt flaskeglas, som underkastes en langsom afkjöling, i paafaldende lys antager en blaa farve, saasnart de förste tegn til opak habitus indtræder; i gjennemfaldende er glasset gult til grönt. Herved ledede FOURNET til den opfatning, — hvortil ogsaa HAUSMANN sluttede sig, — at den blaa farve hos emaljslagger ikke skyldes nogen forandring i chemisk sammensætning, men derimod i agregattilstanden ɔ: den er begrundet i en særskildt gruppering af de mindste dele. — HAUSMANN kom, i 1854, ved en del experimenter til det resultat, at de smeltemasser, der ved afkjöling af midlere længde blir emaljagtige, antager ren glasagtig struktur ved hurtig og ren krystallinsk ved særdeles langsom afkjöling. Vi har tidligere paapeget, at aldeles samme slutninger kan jævnlig ogsaa drages af de forskjellige slags strukturer,

---

[1]) I aaret 1779 fremsatte J. F. GMELIN den hypothese, at den blaa farve skulde skyldes jernoxydul, en opfatning, som ogsaa SVEN RINMAN (Försök till Järnets Historia, 1782) sluttede sig til. I 1795 fandt LAMPADIUS 4 % fosforsyre i en blaa slag og opstillede i den anledning den hypothese, at farven skyldtes fosforsurt jernoxydul (hvilket ikke er rigtigt, da mange af de blaa emaljslagger aldeles savner fosforsyre). J. C. QUENTZ kom i 1799 med den formodning, at blaasyre i forbindelse med jern skulde være det farvende element. BERTHIER antog, i 1834, at farven skulde skyldes titansyre (eller titanoxydul), medens KERSTEN. i 1840 og 1841, dels i henhold til analyser af SCHROETTER, i 1835, vilde, at vanadinsyre skulde spille rolle. — Ingen af de sidstnævnte opfatninger kan være rigtige, idet ordinære emaljslagger i almindelighed hverken holder fosforsyre, titansyre, vanadinsyre eller blaasyre (heller ikke kobolt eller svovl, saa nogen ultramarin-forbindelse ikke kan foreligge).

som et og samme haandstykke kan besidde [1]). — Det rene overfladeglas hos de blaa emaljslagger viser ikke den ejendommelige farve med fosforesens ɔ: disse egenskaber tilhörer ikke glasset i og for sig, men skyldes udsondring af emaljmineralet ɔ: de fine globuliter med krystalliter.

FeO-gehalten i de fleste trisilikat-emaljslagger er i almindelighed ca. 2.5 % stor; no. 150—157 viser fölgende gehalt og farve: 3.6 og 3.8 % FeO, blaagrön emalj; — 1.93 %, graa emalj; — 3.06 %, graa emalj; — 2.7 %, blaa emalj; — 1.16 %, blaa emalj med graagrönt glas; — 2.49 %, blaa, fluoriserende emalj, med blaagrönt glas; — 1.40, 1.98, 1.98 %, lyseblaa emalj. Heraf aflæses, at den blaa farve ikke i mærkbar grad forandres ved variationer af FeO-gehalten inden grænserne ca. 1—1.5 og 3 %. — Selv de graa emaljer plejer i regelen at vise et svagt blaaligt skjær.

Analyse af *emaljslagger.*

	No. 150.	No. 151.	No. 152.	No. 153.	No. 154.
SiO_2	66,1	64,9	62,69	62,61	60,6
Al_2O_3	2,5	2,2	4,31	8,41	9,2
CaO	19,9	23,4	15,46	22,96	17,4
MgO	6,6	2,0	13,73	1,30	7,0
MnO	0,5	1,8	1,83	1,36	0,9
FeO	3,6	3,8	1,93	3.06	2,7
Sum	99,2	100,7	99,95	99,70	97,8

Surstofmængderne i

	No. 150.	No. 151.	No. 152.	No. 153.	No. 154.
O i SiO_2	35,3	34,6	33,44	33,39	32,3
» » Al_2O_3	1,0	2,2	2,01	3,92	4,3
» » CaO	5,7	6,7	4,42	6,56	5,0
» » Mgo	2,6 } 9,2	0,8 } 8,7	5,49 } 10,84	0,52 } 8,07	2,8 } 8,6
» » MnO	0,1	0,4	0.41	0,31	0,2
» » FeO	0,8	0,8	0,52	0,68	0,6
Surstofforhold	1 : 3,46	1 : 3,17	1 : 2,62	1 : 2,78	1 : 2,50

[1]) Forholdet er begrundet i, at ved hurtig afkjöling gaar den hele masse uden videre over til glas —, ved midlere udskiller emalj-mineralet, muligens forbindelsen $(RO)_2$ $(SiO_2)_3$, sig —, ved langsom derimod pyroxen (augit).

	No. 155.	No. 156.	No. 157 a.	No. 157 b.	No. 157 c.
SiO_2	60,46	56,61	63,55	63,44	62,80
Al_2O_3	5,50	4,16	3,86	2,59(?)	5,86(?)
CaO	24,21	18,95	27,00	25,69	26,87
MgO	6,52	14,73	2,24	2,02	2,09
MnO	0,98	0,67	0,75	3,32(?)	1,41
FeO	1,16	2,49	1,98	1,98	1,40
K_2O	0,21	1,72	—	—	—
Na_2O	0,75	0,43	—	—	—
Sum	99,79	99,76	99,38	99,04	100,43

Surstofmængderne i

	No. 155.		No. 156.		No. 157 a.		No. 157 b.		No. 157 c.	
O i SiO_2	32,26		30,19		33,89		33,83		33,49	
» » Al_2O_3	2,56		1,94		1,80		1,21 (?)		2,73	
» » CaO	6,92		5,41		7,71		7,34		7,68	
» » MgO	2,66		5,89		0,90	9,22	0,81	9,34	0,84	9,15
» » MnO	0,22	10,21	0,15	12,40	0,17		0,75		0,32	
» » FeO	0,26		0,55		0,44		0,44		0,31	
» » alk	0,23		0,40		—		—		—	
Surstofforhold	1 : 2,53		1 : 2,11		1 : 3,08		1 : 3,21		1 : 2,82	

No. 150 og no. 151. Blaagrön emalj fra *Finspång*, *1827* (analyseret af resp. JENSEN og HÄGER).

No. 152. Graa emalj fra *Söderfors*, *1877* (övningsmasovn, REINH. CHARLEVILLE).

No. 153. Graa emalj (med krystalliter, se fig. 35) med graa, krystallinsk kjærne, fra *Dormsjö* (K. C. TÄGLSTRÖM).

No. 154. Blaa emalj med graa, krystallinsk kjærne, fra *Hellefors*, *1853*. (TRYSÉN).

No. 155. Ved overfladen graagrönt glas, derpaa vekslende striber af melkeblaa emalj og glas, i kjærnen med krystallinske sfærolither, fra *Gesberg*, *1823* (O. T. ANDERSON).

No. 156. Ved overfladen graagrönt, rent glas, derpaa först glasagtig, gjennemskinnende, senere tæt, næsten uigjennemsigtig emalj, stærkt fluoriserende (blaa i reflekteret lys, graagrön i gjennemfaldende); i kjærnen er krystallinsk masse. Fra *Borgfors, 1871* (STRÖMBERG). — NB. Denne analyse viser betydelig mindre SiO_2 end de övrige, er derfor rimeligvis ikke ganske paalidelig; af denne grund er den ikke medtaget paa oversigtstabellen.

No. 157, a, b og c, er analyse af slag fra *Tanså, 1852;* no. a af lyseblaa emalj, no. b af mörkegraa, krystallinske kugler, no. c af lyse, halv-krystallinske, emaljlignende kugler, alt i samme haandstykke (analyseret af resp. N. SETTERVALL, G. WIKSTRÖM og T. EKDAHL).

Alle disse analyser er udförte paa Stockholms Bergskola.

NB. Emaljslagger bruges nu i praxis i meget mindre grad end tidligere, nemlig for det förste aldrig ved kokesmasovne (idet da altfor meget Si vilde blive udreduceret) og dernæst aldrig ved trækuls-masovne, naar man blæser rujern til bessemering eller lancashiresmide, men kun, naar man fremstiller rujern til stöbning.

Basiske, svovlrige emaljslagger. — Allerede af den omstændighed, at de basiske, emaljagtige slagger gjennemgaaende udmærker sig ved stor svovlgehalt, maa kunne sluttes, at det i foreliggende tilfælde er svovl (eller sulfid), som fremkalder emalj-udseendet. Alle de hidhörende slagger, som jeg har havt anledning til at studere, viser emalj-struktur i nærheden af overfladen ɔ: paa steder, hvor afkjölingen har gaaet langsomt for sig, medens kjærnen er mere eller mindre krystallinsk eller næsten ren glasagtig. Dette forhold godtgjör, at grunden til emalj-strukturen er at söge i, at ved overfladen har sulfiderne enten ikke faaet tid til at krystallisere ordentlig ud eller ogsaa til kun at ordne sig ind til en utallighed af yderst fine globuliter og longuliter, medens der paa den anden side i slaggernes kjærne oftest for det förste har dannet sig temmelig store krystaller af olivin, melilith o. s. v. og dernæst ogsaa nogenlunde store sulfid-krystalliter.

Til nöjere oplysning skal vi gjennemgaa et par slagger, som er blevne emaljagtige paa grund af tilstedeværelse af sulfid. —

Slag fra *Halzbrückner Hütte* pr. Freiberg (fra en gammel, nu afskaffet proces)[1]), er graagrön, emaljagtig, med smaa, krystallinske udsondringer. - De sidste viser sig i mikroskopisk præparat at bestaa af en hel del farvelöse, isotrope krystalliter, opbyggede efter tre lodret paa hinanden staaende retninger og i enhver henseende identiske med de tidligere beskrevne sulfid-krystalliter. De ligger altid omgivne af en zone af klart glas; derefter kommer (paa samme maade som paa fig. 35 angivet) glas med en utallighed af yderst fine globuliter, hvilke fremkalder emalj-udseendet. — Aldeles lignende forholde kan studeres i en slag fra *Königin Maria-Hütte* (ikke at forveksle med de paa pag. 118—120 omhandlede slagger).

Slag no. 104, fra *Finnbo, 1880*, har, som allerede tidligere omtalt, langs afkjölings-overfladen en ren emaljagtig, lysegrön, kun svagt gjennemskinnelig zone, medens kjærnen, som er mörkegrön, har lidt mere glasagtig habitus. I det förstnævnte parti optræder brune, opake sulfid-skyer (ɔ: her har svovlmetallet endnu ikke faaet tid til at krystallisere ud, se pag. 206), i kjærnen derimod sees en vrimmel af de tidligere udförlig omhandlede mangansulfid-globuliter, krystalliter m. m.

Slag no. 87, fra *Dowlais*, viser aldeles analoge forholde: den ren emaljagtige zone langs overfladen er her kun ca. 3 mm. tyk.

Ogsaa FeS kan give slaggerne en emalj-habitus langs overfladen; exempel herpaa frembyder slag no. 85, fra *Oberhausen*.

Færskslagger og lign.

Allerede gjentagne gange har vi havt anledning til at omtale, at der i smeltemasser[2]), som holder en del Fe_2O_3 og tilstrækkelig meget FeO, altid danner sig magnetit; til samme resultat er ogsaa de franske mineral-synthetikere, videre H. SORBY og F. ZIRKEL (se f. ex. F. ZIRKEL »Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine», 1873, pag. 62, undersögelse af omsmeltet syenit fra Mount Sorrel) med flere andre tidligere komne.

I vällovns-slag fra *Kloster, 1851* (se pag. 48—51, fig. 22—23) — som udelukkende er bestaaende af SiO_2, en del Fe_2O_3 og meget FeO, videre lidt MnO samt ubetydelige spor af Al_2O_3, CaO og MgO — iagttages en hel del smaa, sorte, uigjennem-

[1]) Undersögt ved Freiberger Bergakademie.
[2]) Naar muligens de stærkt SiO_2-rige fraregnes.

sigtige krystaller, med metallisk glans, i regelen regelmæssigt opbyggede efter tre lodret paa hinanden staaende axer, som synes at have den samme krystallografiske valens ɔ: mineralet maa rimeligvis tilhöre det regulære system; de enkelte opbygningsdele har oktaedrisk begrænsning. Den maade, hvorpaa de större individer er sammensatte, studeres bedst paa tegningerne; vi vil kun gjöre opmærksom paa, at ikke sjelden kan observeres, at en hel del smaa oktaedere ligger i indbyrdes krystallografisk orienteret stilling til hinanden uden at beröre hinanden (se nederst tilhöjre paa fig. 23); vi möder altsaa her et forhold aldeles analogt med det, som H. VOGELSANG tidligere har beskrevet (»Die Krystalliten», pag. 31), og som er omhandlet i dette arbejde paa pag. 203.

At det her foreliggende, sorte mineral maa være identisk med naturlig magnetit, sluttes af fölgende grunde: Mineralet er sort, uigjennemsigtigt, med metallisk udseende, kan altsaa ikke bestaa af noget silikat, men maa være en FeO-, Fe_2O_3-forbindelse; det erindres nemlig, at vor slag som væsentlige bestanddele kun holder SiO_2, FeO og Fe_2O_3. Oxydet maa indgaa i mineralet, da den resterende del i flere af de slagger, som förer det sorte mineral, i sin helhed er gaaet over til den kun af RO (FeO) og SiO_2 konstituerede fayalit. Frit Fe_2O_3 kan ikke foreligge, hverken af chemisk-metallurgiske eller af krystallografiske grunde; vi maa altsaa have for os en forbindelse mellem Fe_2O_3 og FeO ɔ: magnetit[1]), da vi fra mineralogien ved, at andre forbindelser mellem Fe_2O_3 og FeO ikke existerer (se herom mere senere). At bestemmelsen er rigtig, bestyrkes af, at mineralet efter opbygnings-forholdene maa tilhöre det regulære system, videre, at det er oktaedrisk begrænset samt stærkt *magnetisk;* om det sidste kan man overbevise sig ved at pulverisere et stykke slag og trække ud med magnet (se herom ogsaa pag. 153).

---

[1]) Ifölge B. KOSMANN (Ueber die Form und Constitution der Puddelschlackenkrystalle von dem Stahlwerke Hombourg-haut bei St. Avold im Moseldepartement, Pogg. Ann. 1869, B. 137, pag. 136) bestaar den i den undersögte puddelslag optrædende magnetit, som udgör 5.98 % af den hele masse, af:

2,76	FeO
3,07	Fe_2O_3
0,16	Mn_3O_4
5,99	($Fe_3O_4 + Mn_3O_4$).

Det bemærkes, at slaggen, som er fri for Al_2O_3, förer 8.25 % MnO.

De egentlige færskslagger er altid jernsorte, uigjennemsigtige, magnetiske (og poröse); de holder i alm. ca. 5—10 % SiO_2 (efter det stadium af færskningen, hvorunder de er tagne) og oftest ca. 10 % Fe_2O_3; resten er udelukkende FeO med lidt MnO, naar ubetydelige spor af S, P, muligens ogsaa af Al_2O_3, CaO og MgO fraregnes.

Ved mikroskopisk undersögelse af en del færskslagger (no. 158 og 159, med 11.68 og 9.21 % SiO_2, fra resp. *Söderfors, 1866* og *Söderfors, 1880*, samt fra *Kolsva*, med ca. 5 % SiO_2) er det bleven paavist, at de nævnte slagger kun bestaar af en sort, uigjennemsigtig substans og et lysegult, gjennemsigtigt silikat-mineral; glas eller nogen tredie slags bestanddel kan ikke noget sted öjnes. — Det er med sikkerhed afgjort, at silikatmineralet er optisk to-axigt (idet enkelte snit ved krydsede nikols og konvergent-polariseret lys viser hyperbler, ikke kors); det optræder i temmelig smaa, langstrakte individer, med spaltbarhed og udslukning efter længderetningen ɔ: mineralet maa rimeligvis være rhombisk. Det er lysegult af farve, svagt pleochroitisk, med meget levende interferensfärver, i enhver henseende fuldstændig med fayalitens habitus. — Den sorte erts ligger inde i silikat-mineralet, maa altsaa være dannet tidligere ɔ: vort mineral maa bestaa af et FeO-silikat. Af disse kjendes kun et, nemlig fayalit, hvilket, efter de tidligere iagttagelser, med stor lethed danner sig i FeO-rige smeltemasser ved ca. singulosilikat. — Saavel af alle de direkte observationer som af den antithetiske slutning, det efter den nys omhandlede udvikling maa være berettiget at drage, fremgaar med fuld sikkerhed, at det i færskslaggerne optrædende silikatmineral er identisk med fayalit. Herpaa faar vi en verifikation paa fölgende maade: I mikroskopiske præparater af de to slagger no. 158 og 159 afgjöres (ved skjön)[1]), at der er tilstede resp. ca. 40 % fayalit og ca. 60 % erts (i no. 158) og ca. 30 % fayalit og ca. 70 % erts (i no. 159). Ved beregning af de to analyser finder vi, idet det erindres, at intet SiO_2 indgaar i den sorte erts, og desuden, at glas eller nogen tredie forbindelse ikke er forhaanden, at no. 158 skal holde[2]):

---

[1]) Foretaget, forinden beregningen fandt sted. Med absolut sikkerhed sluttes, at der er forhaanden mere erts end silikat.

[2]) For simpelheds skyld gaar vi ud fra, at MnO i sin helhed indgaar i fayaliten, ikke i ertsen; om dette i virkeligheden ikke indtræffer, modificeres ikke herved i mærkbar grad vore beregninger, da Fe og Mn har omtrent samme atomvægt (56 og 55).

11.68 % SiO_2 + 5.62 % MnO + 22.41 % FeO =
39.71 % $(RO)_2 SiO_2$ eller fayalit

og no. 159:

9.21 % SiO_2 + 4.48 % MnO + 17.62 % FeO =
31.31 % $(RO)_2 SiO_2$ eller fayalit.

Det sees heraf, at de beregnede værdier (39.71 og 31.31 %) er temmelig nær de tal (40 og 30 %), vi bestemte efter skjön.

Den sorte erts sees i projektion at være opbygget efter to lodret paa hinanden staaende retninger, om end ikke saa smukt som i slaggen fra Kloster, 1851 ɔ: i virkeligheden har opbygningen fundet sted efter tre axer, lodrette paa hinanden; de enkelte, smaa korn viser undertiden oktaedrisk begrænsning.

Efter at fayalitens bestanddele er fraregnede, blir i de to slagger (no. 158 og 159) tilbage til at danne den sorte erts resp. 9.97 % Fe_2O_3 & 47.94 FeO og 13.80 % Fe_2O_3 & 52.62 % FeO. — Vi maa forudsætte, at den hele oxyd-mængde medgaar til at levere magnetit, der som bekjendt er en forbindelse, som med stor lethed konstitueres i smeltemasser; nys er ogsaa paapeget, at den sorte erts antagelig tilhörer det regulære system. Vi faar herved fölgende grupperinger:

I no. 158: (9.97 % Fe_2O_3 + 4.94 % FeO) + 42.95 % FeO danner 14.46 % magnetit og 42.95 % jernoxydul.

I no. 159: (13.80 % Fe_2O_3 + 6.21 % FeO) + 44.41 % FeO danner 20.21 % magnetit og 44.41 % jernoxydul. — Det bemærkes, at vi begge steder erholder et meget betydeligt overskud af frit existerende jernoxydul.

Under mikroskopet kan den sorte substans ikke oplöses i to fra hinanden forskjellige dele; af denne grund vil man muligens tænke sig, at FeO og Fe_2O_3 skal indgaa med hinanden til en enkelt, chemisk forbindelse af form $(FeO)_n . Fe_2O_3$. Vi skal se, at en saadan hypothese vilde före til höjst besynderlige slutninger, at den saaledes ikke kan være berettiget. — Den i naturen optrædende magnetit bestaar altid af 1 del Fe_2O_3 til 1 del FeO[1]); de tidligere analyser, som lejlighedsvis leverede et herfra forskjelligt resultat, var (efter RAMMELSBERGS Mineralchemie, 1875) enten feilagtig udförte, eller analyse-

[1]) Efter de af R. ÅKERMAN anstillede reduktionsforsög af Fe_2O_3 med CO (se »Om syrsatt jerns reduktion med koloxid«, Jernkontorets Annaler. 1882) er der liden grund til at formode flere mellemled mellem FeO og Fe_2O_3 end netop Fe_3O_4; flere resultater syntes vistnok at samle sig om en forbindelse $(FeO.)_9 . Fe_2O_3$ eller $Fe_{11}O_{12}$, hvis existance dog efter R. ÅKERMAN maa betragtes som höjst usandsynlig.

materialet var opblandet med jernglans eller FeO-silikater; tilmed blev aldrig fundet betydelige afvigelser fra det normale forhold. Vi kan fölgelig slutte, at den sorte erts (som altid holder ca. 4—5 gange saa meget FeO som Fe_2O_3) i færskslaggerne ikke uden videre i sin helhed er at opfatte som magnetit. Hvis der skal foreligge en enkelt forbindelse, kan denne ikke svare til noget fra naturen tidligere kjendt mineral, men maa danne et nyt species. I saa fald maatte det formodes, at forholdet n mellem FeO og Fe_2O_3 skulde være konstant, men saaledes forholder det sig ikke, hvad man kan overbevise sig om ved at foretage beregning af en del færskslaganalyser. — Den hypothetiske mulighed, at den sorte substans skulde bestaa af to forbindelser, nemlig Fe_3O_4 med m dele $(FeO)_n . Fe_2O_3$, hvor n skulde være konstant, m derimod variabel, er mere end usandsynlig. — Som resultat erholdes fölgelig, at vi maa have for os en blanding af de to bestanddele Fe_3O_4 og FeO. Den sidste kjendes for sig alene ikke krystalliseret, men da FeO kan indgaa i de regulære (oktaedrisk begrænsede) mineraler MgO, MnO og NiO (resp. periklas, manganosit og bunsenit), maa den rimeligvis tilhöre det regulære system. Af forholdene i de mikroskopiske præparater fremgaar, at Fe_3O_4 og FeO optræder i fælleskab i de samme krystaller eller krystalskelet ɔ: de maa have krystalliseret ud samtidig og i en slags forening med hinanden. Paa grund af den principielle forskjel i chemisk sammensætning kan der ikke være tale om nogen isomorfi i indskrænket betydning ɔ: de to bestanddele kan ikke krystallisere sammen i chemisk, men vel i mekanisk fællesskab.

Færskslaggerne er efter disse iagttagelser at opfatte som bestaaende af $(FeO)_2 SiO_2$ eller $Fe_2 SiO_4$ paa den ene side og Fe_3O_4 + FeO paa den anden; procentvis faar vi med runde tal forholdet:

ca. 30—40 % $(FeO)_2 SiO_2$, ca. 15—20 % Fe_3O_4 og ca. 40—50 % FeO.

Frit FeO er altid tilstede i rigelig mængde. — Den tidligere i alm. antagne forestilling, at færskslaggerne (efter at afkjölingen er indtraadt) skulde bestaa af Fe_3O_4 og et silikat $(FeO)_n . SiO_2$, hvor n altid maatte være overmaade stor, er ikke korrekt.

Af denne fremstilling maa ikke uden videre sluttes, at den overskydende del FeO skal have existeret fri som saadan, medens slaggen endnu befandt sig i smeltet tilstand, tvertom, fayaliten maa rimeligvis först være bleven konstitueret under afkjölings-processen, saa SiO_2 paa det tidligere stadium maa have været jævnt forbundet med den hele FeO-mængde. — Frit FeO er rimeligvis kun bleven udskilt af den grund, at SiO_2 ikke indgaar med FeO nogen mere basisk forbindelse end singulosilikat. — Ved beregning af færskslaggernes surstofforhold maa först borttages fornödent surstof til at konstituere $FeO . Fe_2O_3$ (paa samme maade som ved $RO . Al_2O_3$, se pag. 185); resten af jernoxydulens surstof divideres i kiselsyrens.

Analyse af *færskslagger.*

	Chemiske sammensætning.			Surstofmægderne i	
	No. 158.	No. 159.		No. 158.	No. 159.
SiO_2	11,68	9,21	O i SiO_2	6,23	4,91
Fe_2O_3	9,97	13,80	» » Fe_2O_3	2,99	4,14
FeO	69,85	70,20	» » FeO	15,53	15,60
MnO	5,62	4,48	» » MnO	1,25	1.00
S	0.049	—			
Sum	97,149	97,69			

No. 158 og 159 er begge fra *Söderfors*, resp. aar *1866* og *1880*. No. 158 er middel af to vel overensstemmende analyser, udförte af I. W. LEVERT og P. ØSTBERG; no. 159 er udfört af E. BARNEKOW (alle paa Stockholms Bergskola).

Beregnet efter den nys angivne maade blir surstofforholdet resp. 1 : 0.39 og 1 : 0.32; selv ved saa stærk basisitet kan altsaa olivin (fayalit) konstituere sig. — Andre færskslagger, hvori ogsaa er paavist fayalit, viser endnu större basisitet.

Om *kobbergehalten* i slagger skal vi her indskrænke os til den rent forelöbige meddelelse, at i en hel del nogenlunde SiO_2-rige smelteprodukter er bleven paavist tilstedeværelse af frit Cu_2O (kuprit, regulært krystalliserende, ofte i udmærket vakre krystalskelet). Heraf fölger, at SiO_2 ikke kan have stærk affinitet til Cu_2O (se herom paa pag. 164). — I Mansfelder-slaggerne (af surhedsgrad ca. 1 : 1.50—1 : 1.60) synes kobbergehalten (som oftest er 0.25—0.30 % stor) at optræde under form af silikat, idet de nævnte slagger ikke indeholder mekanisk medrevet sten; i de mere basiske slagger fra kobberstensmeltninger derimod skriver antagelig den störste del af kobbergehalten sig fra forurening af stenkugler. De undersögelser, som herover er foretagne, er ikke saa udförlige, at jeg vil publicere dem paa det nuværende stadium. — I stærkt basiske slagger reduceeres undertiden kobberoxydulet til metallisk kobber, som i yderst fint fordelte partier blir existerende frit i slaggen (som det i krystallogenetisk henseende interessante gediegne kobber i det kunstige Verano-glas).

Tillæg til augit.

Analyse af *augit-slagger*, efter egne undersögelser.

	No. 160.	No. 161.	No. 162.	No. 163.	No. 164.	No. 165.
SiO_2	56,10	49,05	52,11	50,20	56,30	54,00
Al_2O_3	5,20	1,21	3,44	4,11	3,09	3,57
CaO	21,78	20,20	19,99	22,20	22,20	27,75
MgO	7,21	17,12	19,83	16,61	13 82	8,67
MnO	6,30	—	3,53	3,28	3,19	0,91
FeO	2,70	5,61	0,80	2,75	1,29	2,06
BaO	—	1,19	—	—	—	—
CaS	—	5,01	—	—	—	—[1])
Sum	99,29	99,45	99,70	99,15	99,89	99,80

Surstofmængderne i:

	No. 160.	No. 161.	No. 162.	No. 163.	No. 164.	No. 165.
O i SiO_2	29,92	26.16	27,79	26,76	30,03	28,80
» » Al_2O_3	2,42	0,56	1,60	1,92	1,44	2,50
» » CaO	6,22	5,77	5,71	6,34	6,34	7,93
» » MgO	2,88	6,85	7,93	6,64	5,52	3,46
» » MnO	1,40 } 11,10	— } 13,99	0,80 } 14,62	0.74 } 14,33	0,72 } 13.87	0.22 } 12,30
» » FeO	0,60	1,25	0,18	0,61	0,29	0,46
» » BaO	—	0,12	—	—	—	0,23
Surstofforh.	1 : 2,21	1 : 1,80	1 : 1,71	1 : 1,65	1 : 2.10	1 : 1,94

	No. 166.	No. 167 a.	No. 167 b.	No. 167 c.
SiO_2	52,65	50,20	47,70	47,56
Al_2O_3	8,54	8,10	5,80	5,48
CaO	20,65	32,30	30,71	32,26
MgO	15,75	5,34	8,87	8,65
MnO	0,59	2,51	5,67	5.06
FeO	0,64	0,79	0,54	0,38
CaS	—	—	0,59	1.08
Sum	98,80	99,24	99,79	100,47

Surstofmængderne i:

	No. 166.	No. 167 a.	No. 167 b.	No. 169 c.
O i SiO_2	28.08	26,76	25,44	25,36
» » Al_2O_3	3,98	3,77	2,70	2,55
» » CaO	5,90	9,23	8,78	9,22
» » MgO	6,29	2,14	3.39	3,46
» » MnO	0,13 } 12,46	0,56 } 12,09	1,28 } 13,57	1,14 } 13,90
» » FeO	0,14	0,17	0,12	0,08
» » alk	—	—	—	—
Surstofforh.	1 : 1,71	1 : 1,69	1 : 1,56	1 : 1,54

Analyse af *augit-slagger*, tagne af literaturen.

	No. 168 a.	No. 168 b.	No. 168 c.	No. 169.	No. 170.	No. 171.
SiO_2	55,25	53,37	53,76	55,81	57,26	47,54
Al_2O_3	5,71	5,12	4,76	2,69	2,33	3,90
CaO	27,60	30,71	29,48	24,06	23,66	15,59
MgO	7,01	9,50	9,82	13,01	13,23	0,26
MnO	3,16	1,41	1,30	0,40	1,73	—
FeO	1,27	0,95	1,48	3,27	1,66	28,98 [2])
Sum	100,00	100,06	100,60	99,24	99,87	100,00

	No. 172 a.	No. 172 b.	No. 172 c.	No. 172 d.	(No. 172 e).
SiO_2	63,00	58,75	52,6	55,35	12,3
Al_2O_3	2,47	2,47	—	4,20	11,2
CaO	19,50	21,00	27,8	23,24	49,3
MgO	14,45	16,49	18,9	16,20	25,2
FeO	1,63	1,63	—	—	—
Fe_2O_3	—	—	0,3	—	1,5
Sum	101,45	100,34	99,6	98,99	99,5

	No. 173 a.	No. 173 b.	No. 174.	No. 175.
SiO_2	49,95	49,86	49,32	54,70
Al_2O_3	5,03	5,00	2,68	1,54
CaO	23,71	23,55	20,92	23,56
MgO	17,25	17,42	16,70	15,37
MnO	spor	—	—	1,67
FeO	0,39	0,41	3,83	0,08
K_2O	1,42	—	—	1,15
Na_2O	2,16	—	—	—
CaS	0,54	0,59	?	—
Sum	100,45	—	93,45	100,00

	No. 176 a.	No. 176 b.	No. 176 c.	No. 176 d.	No. 177.
SiO_2	40,28	44,72	45,35	45,54	46,0
Al_2O_3	4,54	4,39	3,58	4,22	14,0
CaO	—	3,50	—	—	22,5
MgO	2,67	1,20	7,23	3,50	7,5
FeO	49,80	44,88	43,58	45,61	8,0 [3]
Sum	97,29	98,69	99,74	98,87	98,0

No. 160. Fra *Pfeilhammer*, Tyskland (analyseret af Atkinson, ved Freiberger Bergakademie). Slaggen er lys med svag blaalig nuance, förende mange augit-krystaller (som type I eller II). NB. Slaggen holder 6.30 % MnO.

No. 161. Lokalitet ukjendt, rimeligvis fra nikkelsmeltning ved *Schneeberg*, cfr. no. 174; (analyseret ved Freiberger Bergakademie). Slaggen bestaar fornemmelig af augitkrystaller; mikroskopisk præparat viser desuden vandklare CaS-krystalliter, opbyggede efter tre lodret paa hinanden staaende axer.

No. 162. Fra *Næs i Dalarne*, den *29:de jan. 1877* (analyseret af Th. Andrée, paa Stockholms Bergskola). — Lysegrön, gjennemgaaende krystallinsk slag, hvori sidder fine augit-krystaller.

No. 163. Fra *Söderfors*, *1879* (C. G. Särnström, Bergskolan). — Graa, stænglig slag, med augit-krystaller.

No. 164. Fra *Seglingberg*, *1879* (C. G. Särnström, Bergskolan). — Lys, gjennemgaaende krystallinsk slag, med augitkrystaller.

No. 165. Fra *Löfsjöen*, *1854* (C. G. Särnström). Ny analyse istedenfor no. 9.

[1]) Ifölge no. 9 med 0.51 % K_2O og 0.53 % Na_2O.

No. 166. Fra *Mohärnshyttan*, *1866* (C. G. Särnström, Bergskolan). Lysegraa med gult skjær, temmelig grovkrystallinsk, med en hel del augit-krystaller.

No. 167, a, b og c, er slagger fra *Bångbro*, fra aar resp. *1879*, *1884* og *1884* (den förste analyseret af C. G. Särnström, de to sidste af Dr. A. Tamm). — Disse slag-

ger er gjennemgaaende krystallinske, holder ofte store rosetter af et mineral, som efter makroskopisk betragtning synes at være naalformigt. — Ifölge mikroskopisk undersögelse af 4 præparater har der i disse slagger altid först krystalliseret ud almindelig *augit*, bestemt efter fölgende egenskaber: mineralet optræder i söjleformige krystaller, hvis begrænsende ∞P-flader (i tversnit) sees af danne vinkel ca. 90 med hinanden; undertiden er desuden spor af pinakoider tilstede. Der er udmærket god spaltbarhed efter ∞P. Udslukningen i tversnit gaar efter pinakoiderne; i snit ⫲ c veksler udslukningsvinkelen mellem 0° og ca. 40°, er i alm. ca. 36°. Interferensfarverne er meget levende; endelig er mineralets udseende og habitus aldeles som hos de tidligere krystallografisk og chemisk undersögte augiter. — Desuden er der tilstede i rigelig mængde et lyst, stængligt mineral, med god spaltbarhed ⫲ længderetningen; efter udslukningen at dömme er det sandsynligvis monosymetrisk. Da det undertiden synes at være parallelt sammenvoxet med og gaaende over i den först udkrystalliserede, ordinære augit, er det sandsynligvis selv ogsaa et augit-mineral.

No. 168, a, b og c. er analyser af augit-slag fra *Olsberg*, *Westphalen*, falden ca. aar 1850. Analyse no. 168, a er udfört af RAMMELSBERG, no. 168, b af PERCY og no. 168, c af FORBES; den förste analyse gjælder selve slagmassen, de to sidste derimod de udplukkede krystaller.

No. 169. Fra *Schisshyttan*, *Dalarne* (analyseret af SCHIÖLBERG). Se Jernkontorets Annaler 1826.

No. 170. Fra *Jenbach* masovn pr. *Schwartz* i Tyrol (analyseret af VON KOBELL). — Opgives at före augitkrystaller af sjelden skjönhed.

No. 171. Fra en flammeovn i *Nanzenbach* pr. *Dillenburg*, *Nassau*. Undersögt af FR. SANDBERGER, som blandt andet omtaler augit-tvillinger efter ∞P∞; analyseret af RAMMELSBERG.

[2]) + 0.73 % CuO.

De 4 sidste analyser og medfölgende text er taget af LEONHARD »Hüttenerzeugnisse» og PERCY and MILLER »Report on the crystalline slags».

No. 172, a—d, er analyser af nogle vakre augiter (diopsider) fra *Blaenavon, Monmouthshire*, som maa have tiltrukket sig adskillig opmærksomhed, idet ikke mindre end tre arbejder er skrevne om dem, nemlig fölgende:

N. S. MASKELYNE. On an artificial diopside rock, formed in a bessemer converter, by M. Percy Gilchrist (Philos. Mag., 5 Series, Vol. VII, no. 25, 1879, pag. 133).

L. GRUNER. Sur un pyroxène (diopside) artificiel (Compt. rend. LXXXVII, 1878, pag. 937).

E. REYNOLDS and V. BALL. On an artificial mineral produced in the manufacture of basic bricks at Blaenavon, Monmoutshire (Journ. of the royal geol. Soc. of Ireland. New series, Vol. V, II, 1879).

Ved Blaenavon glödedes lejlighedsvis formstene, der skulde anvendes som indvendig beklædning af konvertere til den basiske bessemering; formstenene har sammensætning som no. 172, e (ifölge L. GRUNER). Glödningen foregik i mufler med SiO_2-rigt material; ved kontakten mellem den basiske formmasse og de sure muffelvægge havde augit-krystallerne dannet sig. MASKELYNE fandt paa disse fladerne ∞P, ∞P∞, 2P og P; ∞P maaltes at danne vinkel 87° 18′ 45″. — Krystallernes specifiske vægt bestemtes til 2.934. — Analyse no. 172, a og b, meddeles af MASKELYNE, no. 172, c af GRUNER (udfört paa École des mines, Paris) og no. 172, d af E. REYNOLDS and V. BALL.

No. 173, a og b. Slag fra en masovn ved *Philipsburg* i *New Jersey* (efter en afhandling af G. J. BRUSH i Silliman's American Journ. XXXIX). Slaggen indeholder klare, indtil næsten 2 cm. lange, prismatiske augit-krystaller, paa hvilke BLAKE approximativt maalte fölgende ∞P-vinkler: 86° 50′, 86° 52′, 87° og 87° 12′. Foruden ∞P optræder ∞P∞; fladerne paa toppen kunde ikke bestemmes. Sp. v. = 3.16. Analyserne er udförte af P. COLLIER; man lægge mærke til, at surstofforholdet er 1 : 1.57.

No. 174. Slag fra nikkelsmeltning ved *Schneeberg Hütte, Sachsen* (ifölge afhandl. af G. VOM RATH »Künstlicher Augit» i Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilk, 2 juli 1877, cfr. no. 161). Krystallerne viser ∞P, ∞P∞, ∞P∞, uden topflader.

No. 175. Fra *Gammelbo, Westmanland;* slag med augit-krystaller, efter B. KERLS Metallurgie. (I, 1879, pag. 397).

No. 176, a—d, er analyse af forskjellige raaslagger fra *Fahlun* (fra tidligere dage, den förste halvdel i dette aarh.). Analyserne er udförte af resp. JOHNSEN, BREDBERG, STARBÆK og OLSEN (ifölge MITSCHERLICH Verh. d. Kön. Akad. d. W. zu Berlin, 1822 og 1823, RAMMELSBERGS Chem. Metallurgie, pag. 220, og HAUSMANN Beiträge z. metall. Hüttenk.). Slaggerne indeholder söjleformige krystaller, af augitens habitus, med ∞P-vinkel ca. 88°. Om der i virkeligheden her foreligger augit (monosymetrisk) eller hypersthen (rhombisk), kan efter de i literaturen meddelte beskrivelser ikke afgjöres; den gang, da den krystallografiske undersögelse af disse slagger blev foretaget, var rhombisk pyroxen ikke kjendt. Topflader er paa de hidhörende krystaller ikke fundne. — Naar i analyserne lidt $FeO . R_2O_3$ bortregnes, blir surstofforholdet större end anfört.

No. 177. Augit-krystaller, afsatte i en kalkovn ved *Tanndorf* pr. *Culmbach, Bayern;* der sees »sternförmig gruppirte Prismen», med sp. v. 2.856—3.111. Analysen er udfört af REINSCH (efter LEONHARD »Hüttenerzeugnisse»).

[3]) Heri ogssa medregnet lidt MnO.

Denne analyse meddeles her med al mulig reservation, idet de enkelte bestanddele kun er angivne med $\frac{1}{2}$ %'s nöjagtighed, saa bestemmelserne ikke gjör fordring paa stor nöjagtighed; desuden er der et tab paa 2 %. Augiten er ikke dannet i egentlige slagger, men afsat inde i en kalkovn. — Af disse grunde tages der i dette arbejde ikke noget hensyn til denne analyse.

P. W. von Jeremejew meddeler i et arbejde over »Künstlicher Pyroxen«[1]) nogle krystallografiske undersögelser vedrörende augiter i slagger fra to russiske masovne (nemlig *Kussinsky* pr. Ural og *Ssátka*). — Fladerne paa krystallerne, som var udmærket gode, i den förste slag viste sig at være:

110	010	$\bar{1}11$	021,	sjeldere $\bar{2}21$
∞ P	∞ Ᵽ ∞	+ P	2 Ᵽ ∞	+ 2 P.

∞ P maaltes = 87° 9′.

Den anden stuf havde fladerne:

110	001	021	$\bar{1}11$
∞ P	OP	2 Ᵽ ∞	+ P.

∞ P maaltes approximativt til 87° 20′.

Om augitens opbygnings-retninger. Samtlige de tidligere omhandlede augiter og en hel del andre, som jeg lejlighedsvis har havt anledning til at undersöge i forskjellige udenlandske samlinger, viser opbygning efter ∞ P og ± 5 P (heri ibefattet 5 Ᵽ ∞ og ± 5 P ∞). Kun i et enkelt fald, nemlig hos augitkrystaller i en slag fra *Sandviken*, *1884*, (se pag. 132) har jeg fundet andre opbygnings-retninger end de vanlige.

I et snit, saa nöjagtig som mulig slebet ∓ ∞ Ᵽ ∞, sees hos krystallerne fra Sandviken for det förste opbygnings-stave ∓ c (∞ P) og dernæst ∓ to skraa-retninger, en paa hver side af c. De sidste udgaar gjerne fra c-stavene, omtrent paa samme maade som tilfældet er ved den rhombiske augit (se fig. 11). Vinkelen mellem c og den spidse bissektrix blev under krydsede nikols fundet at være 38, 38¾, 39° ɔ: ca. 38½° (maalingerne kan ikke ansees nöjagtige paa mere end ca. 1—2°). Krystallens stilling orienteres efter den spidse bissektrix, der som bekjendt ligger i den stumpe vinkel i symetriplanet.

Ifölge en hel del aflæsninger blev fundet, at den opbygnings-retning, som ligger i den positive kvadrant, danner fölgende vinkel med c-axen: 37¾, 38, 38¼, 38½, 39, 39, middel 38½° og den, som ligger i den negative kvadrant: 53, 53, 54, 54, 56, 58, 58, middel ca. 55°.

Ved beregningerne vælger vi her som tidligere den oprindelig af Tschermak foreslaaede og af Groth[2]) antagne op-

---

[1]) Verh. d. k. russ min. Ges., St. Petersburg. B. 15, aar 1879, pag 199. — Referat i Groth's Zeits. f. Kryst. B. IV.

[2]) Groth angiver a-axen med værdi 1.0585, som maa være tryk- eller regnefeil for 1.05196.

stilling af augiten (hvor NAUMANN's $+\frac{1}{2}P\infty$ — som hælder i samme retning i forhold til c-axen som NAUMANN's OP, saa at krystallen i det nye system beholder samme stilling som i det gamle — vælges til OP). Den retning i den positive kvadrant, som danner vinkel $38\frac{1}{2}°$ med c, svarer til en domeretning $+nP\infty$, hvor n = 2.2365, og den, som i den negative kvadrant danner vinkel ca. 56° med c, svarer til $-n'P\infty$, hvor n' = 1.2278.

Eftersom n, for den förstnævnte retnings vedkommende,

antages at være	2	$\frac{9}{4}$	$\frac{5}{2}$
bliver vinkelen med c:	41° 40′	38° 20′	35° 35′.

Vore maalinger angiver, at vinkelen maa falde indenfor raaderummet 37° og 40°, med sandsynligt middel $38\frac{1}{2}°$ ɔ: den form, som i virkeligheden optræder, er sandsynligvis $+\frac{9}{4}P\infty$.

Hvis det for den anden retning antages, at

n =	1	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$
bliver vinkelen med c: =	60° 15′	54° 31′	52° 46′.

Det sandsynlige resultat er, at n′ er $\frac{5}{4}$ eller muligens en værdi mellem $\frac{5}{4}$ og 1, nærmest det förstnævnte tal (f. ex. $\frac{9}{8}$).

Det maa særskilt fremhæves, at i de foreliggende tilfælder falder bissektrixerne næsten nöjagtig sammen med de to skraa opbygnings-retninger. Vi har fundet, at den positive opbygnings-retning sandsynligvis danner vinkel 38° 20′ med c; den spidse bissektrix, som falder i den samme kvadrant, gaar tilnærmelsesvis parallel med samme retning, danner nemlig efter vore aflæsninger vinkel ca. $38\frac{1}{2}°$ med c, hvilket temmelig nöje stemmer med bissektrix-vinkelen hos den i naturen optrædende FeO-fattige diopsid [1]). Der blir for den spidse bissektrix's vedkommende altsaa kun en afvigelse af $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}°$ fra opbygnings-retningen.

Den stumpe bissektrix danner vinkel ca. 52° med c; vi finder for opbygnings-retningen en vinkel af ca. 55° eller 54° 31° ɔ: der er her en afvigelse paa ca. $2\frac{1}{2}$—3°.

I et snit, nogenlunde $\neq\infty P\infty$, af en augit-krystal fra samme stuf (Sandviken, 1884) iagttages ikke nogen særskilte klinodomatiske opbygnings-retninger; ɔ: i virkeligheden har opbygningen gaaet for sig efter c (∞P) og efter de to domer

---

[1]) Ifölge privat meddelelse af G. FLINK danner den spidse bissektrix hos den FeO-fattigste diopsid (med 2.49 % FeO) fra Nordmarken en vinkel paa 38° $3\frac{1}{2}'$ med c-axen.

$+ n\bar{P}\infty$ og $- n'\bar{P}\infty$, (hvor n og n' sandsynligvis er resp. $\frac{9}{4}$ og $\frac{5}{4}$).

Mellem de enkelte stave, som har omtrent samme störrelse og udseende som ved de tidligere undersögte augiter, ligger der i foreliggende tilfælde en hel del glas. — Augiten har levende interferensfarver, spaltbarhed $\neq$ c (ɔ: ∞P), o. s. v., som ellers. Krystallernes ydre begrænsning antyder skinfladen ∞P samt et doma eller en pyramide paa toppen.

Nyt, babingtonit-lignende mineral.

(Tillæg til de paa pag. 37—39 givne meddelelser). — Ved en reviderende undersögelse af den paa pag. 37 omhandlede krystal-druse, som er sekundært dannet vid röstning af jernmalm, blev fundet, at de foreliggende, asymetriske krystaller ikke er absolut identiske med babingtonit, men at de derimod maa tilhöre et nyt species inden pyroxen-gruppen. — Drusen indeholder for det förste en hel del smaa krystaller af ordinær augit [1]); dernæst sees hist og her, om end kun meget sjelden, nogle yderst fine tvillinger med asymetrisk habitus. Ved den tidligere givne, provisoriske meddelelse var jeg ikke opmærksom paa, at der i stuffen forelaa to forskjellige mineraler; fölgen heraf var, at der har indsneget sig nogle misforstaaelser med feilagtige konklusioner.

Flere af de krystaller, hvis vinkel-værdier gjengives paa pag. 37, blev strax anvendte til forfærdigelse af mikroskopiske præparater; til undersögelse nu staar kun to brugbare krystaller, tilhörende den asymetriske typus.

Krystallerne, som er temmelig smaa, nemlig kun ca. 2—3 mm. lange og ca. 0.5 mm. tykke, er sorte og næsten uigjennemsigtige. De er udtrukne efter c-axen (naar for babingtonit vælges en stilling, analog augitens); fladerne i c-zonen, nemlig söjlen ($\infty{}'_{,}P$ og $\infty P_{,}$) og makropinakoidet, giver meget gode speil, medens derimod fladerne paa toppen er daarlige. — Krystallerne er udviklede som tvillinger efter brachypina-

[1]) Vinklerne i söjlezonen maaltes at være: $\infty P = 87^\circ\ 1\frac{1}{2}'$; $\infty P : \infty\bar{P}\infty = 136^\circ\ 26\frac{3}{4}'$ & $136^\circ\ 27\frac{1}{4}'$ paa den ene side og $136^\circ\ 29\frac{1}{4}'$ paa den anden: differancen mellem de to sidstnævnte værdier (nemlig kun ca. 2') maa være beroende paa en maalefeil. $\infty P : \infty\bar{P}\infty$ angiver vinkel $\infty P : \infty P = 87^\circ\ 4'$.

koidet, der danner saavel tvilling- som sammenvoxnings-planet. At de tilhörer det asymetriske system, fremgaar af:

1) Den krystallografiske habitus. Hvis de — saaledes som det ved förste öjekast laa nær at formode — skulde være monosymetriske, nemlig identiske med augit, maatte tvillingplanet være $\infty P \infty$; heraf maatte fölge, at der skulde være symetri paa begge sider af den lodret paa $\infty P \infty$ staaende flade, men saa er ikke tilfælde.

2) Af vinkelværdierne. Det er med fuld sikkerhed bleven afgjort, at de to flader, som svarer til ortho- og klinopinakoiderne hos augit, ikke staar lodret paa hinanden, men at de danner vinkel 90 + i det ene fald ca. 9′, i det andet fald ca. 11′ med hinanden.

3) Af de optiske forholde (se pag. 38).

De fundne vinkler i söjlezonen er:

		Krystal no. a.		Krystal no. b.	
		1:ste gangs maaling.	2:den gangs maaling.	1:ste gangs maaling.	2:den gangs maaling.
Paa samme tvilling-halvdel	$\infty P'_{,} : \infty'_{,}P$ ...	87° 3½′	87° 5′	87° 8′	87° 9′
	$\infty P'_{,} : \infty'_{,}P$ ...	87° 5½′	86° 6	87° 9′	87° 10¾′
Den ene söjleflade tilhörende det ene enkelt-individ, den anden det andet	$\infty P'_{,} : \infty'_{,}P$ [1])	92° 48′	92° 45½′	92° 39′	92° 38′
	$\infty P'_{,} : \infty'_{,}P$ ...	93° 3½′	93° 3½′	93° 2′	93° 1¼′
Do. do.	$\infty P'_{,} : \infty P'_{,}$ ...	—	9½′	—	11¼′
	$\infty'_{,}P : \infty'_{,}P$ ...	—	8½′	—	12′
Maalt paa samme enkelt-individ	$\infty'_{,}P : \infty \bar{P} \infty$.	—	136° 23½′ [2])	—	—
	$\infty P'_{,} : \infty \bar{P} \infty$.	—	136° 37′ [3])	—	—
Indspringende vinkel mellem de to $\infty \bar{P} \infty$-flader, hörende til hver sit enkelt-indiv.		—	15′ [4])	—	—

Specielt henledes opmærksomheden paa, at vinkelen, maalt over tvillingfladen, mellem de to söjleflader, hver tilhörende

[1]) 180 ÷ disse værdier = 87° 12′—22′.
[2]) God maaling.
[3]) Ikke god maaling.
[4]) Med sikkerhed afgjöres, at der optræder en indspringende vinkel; störrelsen kan ikke bestemmes særdeles nöje.

sit enkelt-individ, er forskjellig paa krystallens forside og paa dens bagside; differancerne hos de to krystaller er resp. 17′ og 23′. Som resultat erholder vi:

	Krystal no. a.	Krystal no. b.
Söjlevinkel	87° 6′	87° 9′
Vinkel $\infty \bar{P} \infty : \infty \breve{P} \infty$	90° 9′	90° 11′

I optisk henseende synes vore krystaller at staa babingtonit temmelig nær (se pag. 38); i geometrisk derimod er der afvigelser: 1) Söjlevinkelen er nöget forskjellig, hos babingtonit nemlig 87° 23′, hos vore krystaller derimod 87° 6′—87° 9′. 2) Hos babingtonit er der mellem $\infty \breve{P} \infty$ og $\infty \bar{P} \infty$[1]) en afvigelse fra 90° paa 1° 55′, hos vore krystaller derimod paa resp. 9′ og 11′. — Hos rhodonit er der mellem $\infty \breve{P} \infty$ og $\infty \bar{P} \infty$ en afvigelse fra 90° af 4° 31′.

Vore smaa krystaller er ikke identiske med noget tidligere kjendt mineral ɔ: de tilhörer et nyt species. — Paa grund af tilnærmelsesvis overensstemmelse i vinkelværdierne for saavel c-zonen som topfladerne maa det indgaa som led i pyroxen-gruppen.

For oversigtens skyld gjengiver vi söjlevinkelen og afvigelsen fra 90° af vinkelen mellem $\infty \breve{P} \infty$ og $\infty \bar{P} \infty$ (for augitens vedkommende mellem $\infty P \infty$ og $\infty P \infty$) hos augit og de til dato kjendte, asymetriske pyroxener:

	Augit.	Vort nye led.	Babingtonit.	Rhodonit
Söjlevinkel	87° 6′	87° 6′, 87° 9′	87° 23′	87° 38′
$\infty \breve{P} \infty : \infty \bar{P} \infty \div 90°$	0	9′, 11′	1° 55′	4° 31′

Vort nye led indtager efter dette i krystallografisk (men ikke i chemisk) henseende tilnærmelsesvis samme rolle inden pyroxen-gruppen, som mikroklin gjör inden feldspath-gruppen.

[1]) Naar der vælges en opstilling, svarende til den, som finder sted hos augit.

Den hos vore krystaller mest fremtrædende flade paa toppen er en kvart-pyramide, som svarer til en af 2P-fladerne hos monosymetrisk augit.

Da det her forelöbig beskrevne mineral egentlig ikke hörer hjemme inden den snevre gruppe, som behandles i dette arbejde, gives her ikke flere meddelelser angaaende samme.

Oversigt over de i chemisk henseende vundne resultater.

I dette afsnit skal vi först behandle det indbyrdes forhold mellem de forskjellige bisilikat-mineraler (augit[1]), enstatit, wollastonit, rhodonit med det hexagonale kalksilikat) for sig og dernæst de forskjellige singulosilikater (olivin- og melilith-varieteterne) for sig; senere skal vi drage op grænserne mellem de to store grupper af silikat-mineraler, som konstitueres i slagger.

De mange forskjellige pyroxen-mineraler (enstatit, bronzit, hypersthen — augit (med diopsid, hedenbergit, diallag, jeffersonit, o. s. v.), wollastonit, akmit & aegirin, petalit & spodumen — rhodonit med fowlerit, babingtonit, det i dette arbejde opstillede nye, asymetriske pyroxen-mineral) optræder som bekjendt i tre forskjellige krystalsystemer, nemlig det rhombiske, monosymetriske og asymetriske. Af analyserne af de naturlige pyroxener kan udlæses, at gehalten af R_2O_3[2]) (eller af R_2O_3-silikaterne) neppe har nogen væsentlig indflydelse paa valget af krystalsystemet[3]); dette bestemmes kun (eller i alle fald fornemmelig) ved baserne $\overset{II}{R}O$ eller $\overset{I}{R}_2O$ eller, om man saa vil udtrykke det, ved silikaterne $\overset{II}{R}SiO_3$ eller $\overset{I}{R}_2SiO_3$.

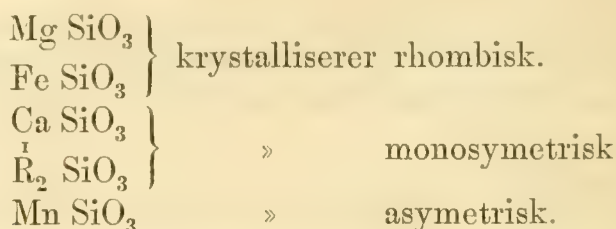
---

[1]) Med augit betegnes i det fölgende udelukkende det monosymetriske mineral (diopsid, hedenbergit med lerjords-augiterne o. s. v.); med navnet pyroxen sammenfatter vi samtlige de til den fælles gruppe hörende mineraler.

[2]) Her og i det fölgende betegner vi med R_2O_3 de to forbindelser Al_2O_3 og Fe_2O_3.

[3]) Som bekjendt er det i alm. særlig enkelte af de monosymetriske pyroxener, nemlig lerjords-augiterne og akmit, spodumen o. s. v., som udmærker sig ved stor gehalt af R_2O_3; herved skulde man muligens ledes til at tro, at den sidstnævnte forbindelse fortrinsvis eller udelukkende skulde optræde i det monosymetriske system, men saa er ikke tilfælde. — For det förste förer babingtonit en hel del $R_2Si_3O_9$ (eller ifölge DOELTERS skrivemaade $RR_2Si_4O_{12}$), hvor $R = Fe$, og dernæst kan ogsaa den rhombisk krystalliserende hypersthen indeholde en hel del R_2O_3, nemlig i alle fald indtil 10.47 % Al_2O_3 og 3.94 % Fe_2O_3 (hypersthen fra Farsund, RAMMELSBERGS analyse no. 15, a). — Heraf sluttes, at R_2O_3 ikke har nogen dominerende indflydelse i krystallografisk henseende, undtagen muligens, naar den er tilstede i ganske overvejende mængde. — C. DOELTER antager (l. c.) at have fremstillet pyroxener

Pyroxen-gruppen (— og desuden den nærstaaende hornblende-gruppe —) karakteriseres i det hele og store ved följgende morfotrope[1]) række:



Vi har her opfört det rene jernoxydul-bisilikat som i og for sig krystalliserende rhombisk og som overhovedet virkende i rhombisk retning, om man vistnok i naturen hidtil ikke har antruffet nogen pyroxen, der udelukkende er bestaaende af den nævnte forbindelse[2]). Grunden til, at vi alligevel maa kunne bestemme det krystalsystem, hvori $FeSiO_3$ egentlig hörer hjemme, er at söge i, 1) at hypersthen jævnlig i overvejende mængde er sammensat af et jernoxydul-silikat, idet mineralet kan holde i alle fald saa meget som $\frac{3}{2}$ $FeSiO_3$ til 1 $MgSiO_3$; 2) at i de monosymetriske pyroxener (muligens ogsaa de asymetriske) ekvivalerer, ifölge DOELTERS og TSCHERMAKS fremstilling, MgO og FeO hinanden, medens CaO i krystallografisk henseende indtager en ganske anden rolle end de to nævnte baser.

Af alkali-pyroxenerne, nemlig akmit & aegirin og spodumen & petalit, hvilke fortrinsvis karakteriseres ved resp. Na_2O og Li_2O, har vi i vore slagger ingen repræsentanter —, af den simple grund, at der i slaggerne aldrig indgaar saa store

af sammensætning $R\overset{}{R}_2\,SiO_6$, hvor R i alm. næsten udelukkende er Mg og Fe; han har dog ikke med sikkerhed kunnet bestemme, til hvilket system de formodede produkter skal höre. Enkelte iagttagelser (se pag. 61) udtydes i den retning, at ren $MgAl_2SiO_6$ (eller $MgO.\,Al_2O_3.\,SiO_2$) skal krystallisere rhombisk, som $MgO.\,SiO_2$, andre (se pag. 59), at samme forbindelse skal være monosymetrisk. — Da vi i dette arbejde kun har at beskjæftige os med relativt R_2O_3-fattige sammensætninger, kan vi i det fölgende gaa ud fra, at R_2O_3-silikaterne overhovedet ikke har nogen mærkbar krystallografisk virkning.

[1]) I det fölgende stötter vi os paa den af professor W. C. BRÖGGER (vaarterminen 1883) docerede fremstilling af de krystallografiske principer, hvorved forholdet mellem de til forskjellige krystalsystemer hörende led af fælles mineral-familier (f. ex. pyroxen-, hornblende-, feldspath-familierne o. s. v.) forklares ved morfotropi; dette begreb er tidligere næsten udelukkende kun anvendt inden de organiske forbindelsers omraade.

[2]) P. GROTH anförer (se Tabellar. Uebers. d. Mineral., 1882, pag. 106), at $FeSO_3$ i slagger formentlig skal krystallisere monosymetrisk; saavidt jeg kan skjönne, kan denne formodning ikke stöttes paa andet end MITSCHERLICHS og HAUSMANNS beskrivelser (se pag. 237), hvoraf krystalsystemet dog ikke kan afgjöres.

mængder af alkalier, at disse blir de karakteriserende eller dominerende baser[1]); vi har derfor i det fölgende kun at beskjæftige os med pyroxenerne af sammensætning $\overset{II}{R}SiO_3$, med tilhörende R_2O_3-silikat. — Af disse kjendes, naar fremdeles det sidstnævnte tillæg udelades, og naar vi kun tager hensyn til den dominerende base, fölgende led:

Chem. sammensætning.	Krystalsystem.	Pyroxen-mineral.
$Mg SiO_3$	Rhombisk	Enstatit.
$(Fe, Mg) SiO_3$	»	Hypersthen, bronzit.
$Ca SiO_3$	Monosymetrisk	Wollastonit.
$[Ca (Mg, Fe)] SiO_3$	»	Augit-varieteterne.
$Mn SiO_3$	Asymetrisk	Rhodonit.
$n (Mn, R) SiO_3 + Fe_2 Si_3O_9$	»	Babingtonit.

Hertil kommer det nye, babingtonit-lignende mineral (se tillægget, pag. 240—243).

Vor förste opgave —, som har saavel praktisk som theoretisk interesse, — er at drage op de chemiske grænser mellem de sammensætninger, hvoraf de forskjellige slags pyroxenmineraler krystalliserer ud[2]). — Paa det nuværende stadium fattes material til med detailleret nöjagtighed at löse vort problem; de i det fölgende angivne grænser er derfor paa flere punkter temmelig svævende og ubestemte, men de har dog alligevel en vis interesse; forhaabentlig kan de mange detailler, som her leveres, tjene som grundlag for kommende, mere udförlige undersögelser.

Som bekjendt karakteriseres hver af de tre mineraler enstatit (med hypersthen), wollastonit og rhodonit kun ved en enkelt base, (nemlig resp. MgO & FeO, CaO og MnO), der i hvert tilfælde er forhaanden i saadan mængde, at den blir dominerende. Augit derimod konstitueres altid ved flere, sam-

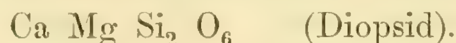
---

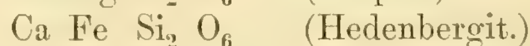
[1]) Alkali-rige silikater med nogenlunde stor SiO_2-gehalt, f. ex. orthoklas & albit, akmit o. s. v., krystalliserer som bekjendt meget vanskelig ud af smeltemasser (heri er formentlig at söge hovedgrunden til, at man ved glashytter faar glasagtige og ikke krystallinske produkter). — Det lykkedes ikke C. DOELTER (l. c.) paa synthetisk vej ved smeltning at fremstille normal akmit, men vel samtidig Na_2O- og CaO-förende (akmit-lignende) pyroxener.

[2]) Her som ellers beskjæftiger vi os kun med udkrystallisationer af smeltemasser.

tidig optrædende baser, nemlig CaO med i alm. MgO eller FeO. undertiden desuden lidt ZnO, MnO o. s. v. — Augiten kommer fölgelig i chemisk henseende til at danne bindeled mellem enstatit med hypersthen paa den ene side og wollastonit paa den anden, sandsynligvis ogsaa mellem de nævnte mineraler og de asymetriske pyroxener; vor opgave blir paa denne maade indskrænket til at bestemme de chemiske grænser mellem augit paa den ene side og enstatit, wollastonit o. s. v. paa den anden. — Saavel i naturen som ved de forskjellige hytteprocesser plejer i alm. at indtræffe det tilfælde, at flere baser (nemlig CaO med MgO, FeO o. s. v.) optræder i forening; kun undtagelsesvis er en enkelt forhaanden i saadan mængde, at den blir aldeles dominerende; heraf resulterer, at augit baade i naturen[1]) og i smelteprodukter er meget vanligere end alle de övrige pyroxen-mineraler tilsammen.

De fölgende detail-undersögelser indledes med en udsigt over sammensætningen af den egentlige augit. — G. TSCHERMAK opstillede i 1871, i henhold til en svite chemiske undersögelser, som bekjendt den hypothese[2]), at de R_2O_3-fri augiter (de egentlige varieteter diopsid, hedenbergit o. s. v.) skulde kunne opfattes som isomorfe blandinger af de to silikater

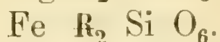

$Ca\ Mg\ Si_2\ O_6$ (Diopsid).


$Ca\ Fe\ Si_2\ O_6$ (Hedenbergit.)

(Hver af disse to normal-forbindelser optræder omtrent rene i naturen; man har næsten FeO-fri diopsid fra f. ex. Gullsjö. Sverrige, og næsten MgO-fri hedenbergit fra f. ex. Arendal).

De lerjord- og jernoxyd-förende augiter formodedes af G. TSCHERMAK at bestaa af de to allerede nævnte grundled med et tillæg af


$Mg\ R_2\ Si\ O_6$ eller


$Fe\ R_2\ Si\ O_6$.

Hertil kommer hist og her en ringe mængde af et analogt mangan-silikat; Mn erstatter Mg og Fe.

I de senere aar har pyroxen-mineralernes sammensætning bl. a. været gjort til gjenstand for en hel del, temmelig ud-

[1]) Næst efter augit kommer i naturen de rhombiske pyroxener, der ogsaa förer to baser, nemlig MgO og FeO; da ingen af disse plejer at optræde i saadan mængde i bergarterne som CaO, og da desuden MgO- og FeO-rige bisilikater blir monosymetriske allerede ved en temmelig liden CaO-gehalt, er augit meget mere udbredt end enstatit med hypersthen.

[2]) Ueber Pyroxen und Amphibol. Mineral. Mitth. 1872, pag. 17—48.

förlige arbejder af C. DOELTER[1]), som er kommet til det resultat, at de fleste, men dog paa langt nær ikke alle, augiter lader sig derivere efter de af TSCHERMAK opstillede grundled. — For det förste kræver nemlig analyserne undertiden et tillæg af $CaFe_2Si_4O_{12}$[2]), (hvilken forbindelse vi for oversigtens skyld vil oplöse i $CaO.SiO_2 + Fe_2O_3.(SiO_2)_3$[3]). Ved andre anledninger indgaar et overskud af CaO, enten som $CaAl_2SiO_6$ eller som $CaSiO_3$. Endvidere har A. MERIAN[4]) nylig paavist, at enkelte augiter desuden kan före et ganske betydeligt overskud af MgO og FeO — udenfor den del, som medgaar til silikaterne af form MgR_2SiO_6 — som fri existerende $MgSiO_3$ og $FeSiO_3$.

Ifölge DOELTER[5]) holder de naturlige, R_2O_3-förende augiter gjerne 10—25 % silikat af form MgR_2SiO_6 ɔ: i max. 4 dele (MgO + FeO) mod 3 dele CaO, naar mineralerne er udviklede efter TSCHERMAKS normalled.

Den rolle, som alkalierne spiller, behöver vi her ikke at beskjæftige os med; om MnO, se senere.

De rhombiske pyroxener karakteriseres ved $MgSiO_3$ og $FeSiO_3$, kan desuden före lidt $MgCaSi_2O_6$ eller $FeCaSi_2O_6$ samt en temmelig betydelig del R_2O_3-silikat, af form MgR_2SiO_6.

De CaO-rigeste af de i naturen hidtil kjendte rhombiske pyroxener förer:

No. VIII, b[6])	4.04 % CaO		mod 22.15 % MgO	og 17.08 % FeO.
No. 17[7])	3.55 » »		» 22.22 » »	» 18.23 » »
No. 16. a[7]).	3.09 » »	(& 1.32 % MnO)	» 21.31 » »	» 21.27 » »

Alle de mange övrige analyser, som er anförte af DANA, RAMMELSBERG, MERIAN o. s. v., af rhombisk pyroxen viser mindre end ca. 3—3.50 % CaO.

Paa den anden side förer de CaO-fattigste og omvendt MgO- & FeO-rigeste af de hidtil undersögte naturlige augiter:

---

[1]) Mineral. u. petrogr. Mittheil. 1877, pag. 279—296. — 1878, pag. 49—70. — 1879, pag. 193—229. — 1882, pag. 224—233. — N. Jahrb. f. Min. Geol. Pal. 1884, pag. 51—66.

[2]) Ueber die Constitution der Pyroxengruppe. 1879, pag. 195 og pag. 202.

[3]) Heraf sees, at ikke alene babingtonit og alkali-pyroxenerne, men ogsaa den egentlige augit lejlighedsvis kan före et R_2O_3-bisilikat; dette forhold vil vi specielt betone, idet vi har fundet (se pag. 178—182) ,at Al_2O_3 i den i ordinære slagger optrædende augit maa fungere som Al_2O_3-bisilikat ($Al_2O_3.(SiO_2)_3$), ikke som indgaaende som simpelt tillæg til $RSiO_3$, dannende en forbindelse af form $RO.Al_2O_3.SiO_2$.

[4]) Studien an gesteinsbildenden Pyroxen. N. J. f. M. G. P. 1884, III Beilage-Band, pag. 252—316.

[5]) Mineral. u. petrogr. Mitth. 1879, pag. 195.

[6]) A. MERIANS analyse no. VIII, b; med romerske tal betegnes i det fölgende kun analyser af MERIANS afhandling.

[7]) RAMMELSBERGS Mineralchemie, Hypersthen-analyser.

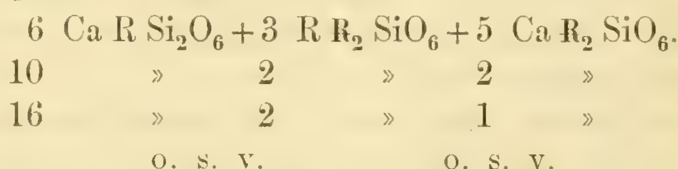
No. VII, b.	8.73[1] %	CaO	mod	15.72 %	MgO	og	17.40 %	FeO.
» VII, f.	10.45 »	»	»	19.69 »	»	»	11.41 »	»
» VII, d.	13.35[2] »	»	»	13.63 »	»	»	15.30 »	»
» VII, h.	13.92 »	»	»	14.05 »	»	»	17.40 »	»
» III, b.	12.32[3] »	»	»	10.95 »	»	»	6.24 »	»

Den förstnævnte[4]) af disse analyser, som kun viser 2.74 % Al_2O_3 og 2.34 % Fe_2O_3, kan opfattes som bestaaende af (28 % $Fe_2Si_2O_6$ + 22 % $Mg_2Si_2O_6$) og (3 $MgAl_2SiO_6$ + 5.5 $MgFe_2SiO_6$) mod (36 $MgCaSi_2O_6$ + 5.5 $Na_2Fe_2Si_2O_6$) ɔ: som 50 dele rhombisk virkende $RSiO_3$ og 8.5 dele RR_2SiO_6 mod 41.5 monosymetrisk virkende silikat, efter TSCHERMAKS formel.

De i naturen optrædende augiter holder aldrig saa store overskud over TSCHERMAKS normalled af $CaSiO_3$ som af $MgSiO_3$ og $FeSiO_3$; de CaO-rigeste af de af TSCHERMAK, DOELTER, MERIAN, RAMMELSBERG og DANA meddelte analyser fører:

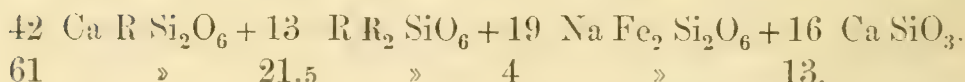
No. [5])	18.90 %	CaO	og	0.60 %	Na_2O	mod	8.99 %	MgO	og	2.33 %	FeO.
[5])	21.92 »	»	»		»	»	14.06 »	»	»	5.43 »	»
[5])	21.60 »	»	»	1.55 »	»	»	14.81 »	»	»	4.81 »	»
[5])	24.90 »	»					13.65 »	»	»	2.09 »	»
[5])	25.04 »	»					17.30 »	»	»	1.91 »	»
No. IV, b.	20.06 »	»	»	2.88[6]) %	»	»	6.63 »	»	»	7.68 »	»
» V, b.	23.26 »	»	»	1.20 »	»	»	11.63 »	»	»	5.75 »	»

Naar vi med R betegner Mg og Fe tilsammen, kan disse analyser opfattes som:



$$6\ CaRSi_2O_6 + 3\ RR_2SiO_6 + 5\ CaR_2SiO_6.$$

10	»	2	»	2	»	
16	»	2	»	1	»	
	o. s. v.			o. s. v.		



$$42\ CaRSi_2O_6 + 13\ RR_2SiO_6 + 19\ NaFe_2Si_2O_6 + 16\ CaSiO_3.$$

61	»	21.5	»	4	»	13.

Den naturlige wollastonit holder altid kun yderst ringe forurening af MgO, FeO o. s. v., nemlig, ifölge analyser, meddelte i RAMMELSBERGS Mineralchemie og DANAS Mineralogy, i max.:

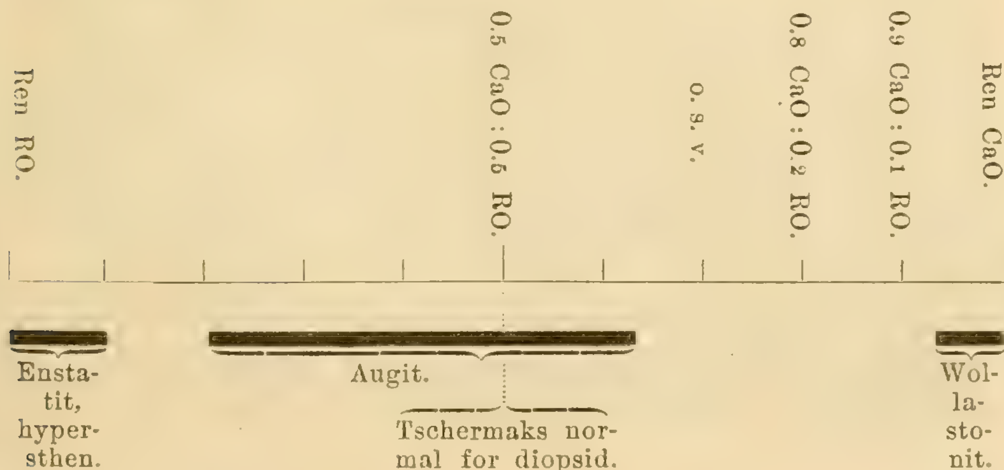
---

[1]) Med 0.82 % Na_2O & 0.47 % K_2O. [2]) Med 1.48 K_2O & Na_2O.
[3]) Med 3.66 % Na_2O & 2.12 % K_2O.
[4]) MERIAN betoner specielt, at det pyroxen-mineral, som betegnes ved analyse no. VII, b, er augit, ikke hypersthen.
[5]) C. DOELTER, Min. Mith. 1882, pag. 226—228. — 1877, 288—289.
[6]) Og 1.00 % K_2O.

46.44 % CaO mod 0.65 % MgO og 0.96 % FeO.
47.00 » » » » » » 1.35 » »
44.91 » » » 1.04 » » » » »

De vundne resultater, som er baserede paa samtlige de i TSCHERMAKS, RAMMELSBERGS, DANAS, DOELTERS og MERIANS arbejder publicerede analyser, kan vi i resumé gjengive paa fölgende maade: De hidtil undersögte naturlige rhombiske pyroxener förer i max. 4.04, 3.55, 3.14, 3.09 CaO ɔ: i max. 1 del monosymetrisk virkende CaO mod ca. 9 dele rhombisk virkende RO. — Naar CaO-gehalten blir saa stor som 8.73, 10.45, 13.35, 13.92 % og derover, slaar bisilikatet over til at krystallisere monosymetrisk; ɔ: $RSiO_3$ med 1 CaO (hvori iberegnet lidt Na_2O, K_2O og MnO) mod 3.84, 3.48, 2.39, 2.32 RO (hvor RO = MgO og FeO) og noget derunder krystalliserer monosymetrisk (som augit.) I denne oversigt er ikke taget hensyn til en eventuelt inden visse enge grænser modificerende virkning af R_2O_3; vi vil gjöre opmærksom paa, at de CaO-fattigste af vore augiter kun förer temmelig lidet Al_2O_3 og Fe_2O_3, saa de nævnte grænseværdier gjælder for nogenlunde R_2O_3-fattige blandinger. — De CaO-rigeste og omvendt MgO & FeO-fattigste augiter holder 1 MgO & FeO mod i max. 1.65, 1.22, 1.15, 1.06 CaO. — De MgO- og FeO-rigeste af de hidtil analyserede wollastoniter förer resp. ca. 28, 30 og 42 dele CaO mod 1 del MgO og FeO.

Rent grafisk kan vi illustrere den krystallografiske indflydelse, som CaO paa den ene side og MgO & FeO (som vi sammenfatter med RO) paa den anden udöver paa bisilikatmineralernes krystalformer, ved paa en skala at opföre forholdet mellem CaO og RO og indtegne det raaderum, i hvilket hver af de tre mineraler danner sig; vi erholder derved fölgende schema:



Vi vil specielt gjöre opmærksom paa, at *ikke en eneste* til dato kjendt analyse, som kan gjöre fordring paa nöjagtighed. af nogen i naturen optrædende pyroxen taler mod den her fremholdte opfatning[1]; man har saaledes aldrig fundet stærkt CaO-rig rhombisk pyroxen, heller ikke monosymetrisk augit med overvejende meget MgO og FeO. — Ved de talrige synthetiske experimenter angaaende fremstilling af pyroxen-mineralerne har det ogsaa altid, paa en eller et par, antagelig meget tvivlsomme undtagelser nær, vist sig, at man erholder rhombisk pyroxen ved overvejende gehalt af MgO, derimod monosymetrisk ved overvejende CaO. Kun et forsög af EBELMEN, gjentaget af F. FOUQUÉ ET M. LÉVY[2], taler for, at der skal kunne existere en monosymetrisk MgO-pyroxen, men det er neppe hævet over tvivl, at diagnosen har været rigtig; en af pyroxen-mineralets domatiske opbygnings-stave[3] kan muligens være bleven holdt for c-retning, hvorved man kan være bleven ledet til at antage skjæv udslukning.

Mellem augit og wollastonit er der, som den grafiske oversigt viser, et temmelig stort sprang i chemisk henseende; hypersthen og augit derimod gaar næsten over i hinanden.

Efter disse orienterende bemærkninger skal vi gaa over til at studere det indbyrdes forhold mellem vore forskjellige slags bisilikat-slagger.

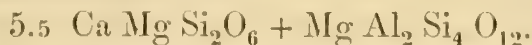
De MgO- og FeO-rigeste af vore augit-slagger holder:

No. 1.	12.63 % MgO,	1.75 % FeO	mod	17.53 % CaO,	0.38 % MnO.
» 7.	16.43 » »	0.48 » »	»	18.80 » »	0.10 » »
» 10.	16.00 » »	1.20 » »	»	21.10 » »	2.28 » »
» 14.	17.70 » »	0.43 » »	»	20.75 » »	2.47 » »
» 161.	17.12 » »	5,61 » »	»	20.20 » »	» »
» 162.	19.83 » »	0.80 » »	»	19.99 » »	3.53 » »

Heraf fremgaar, at (naar vi i MgO medregner lidt FeO og i CaO lidt MnO) monosymetrisk augit krystalliserer ud i smeltemasser, som holder 1 CaO mod 1.40, 1.25, 1.24, 1.11, 1.06, 1.02 MgO. — Af disse slagger bestaar kun no. 7 (med 1.24 MgO : 1 CaO) tilnærmelsesvis af rent bisilikat[4]; den er ogsaa den eneste, hvor den hele masse har krystalliseret ud som eller gaaet over til augit. Dette mineral maa altsaa i

[1]) Der i principerne er hævdet af GROTH, NAUMANN-ZIRKEL, o. s. v.
[2]) Synthèse d. min. et d. roch.
[3]) Hvilke tidligere har været omtrent aldeles overseede.
[4]) Naar Al_2O_3 i sin helhed medregnes blandt baserne.

foreliggende tilfælde temmelig nöje karakteriseres ved analyse no. 7 ɔ: augiten kan opfattes som bestaaende af 5.59 $CaO.SiO_2$ + 6.68 $MgO.SiO_2$ + 1.09 $Al_2O_3.(SiO_2)_3$, hvilken formel næsten nöjagtig kan skrives som



$$5.5\ Ca\,Mg\,Si_2O_6 + Mg\,Al_2\,Si_4\,O_{12}.$$

(Vi vil gjöre opmærksom paa, at den sidste bestanddel ikke svarer til TSCHERMAKS grundled $Mg\,Al_2\,SiO_6$, men derimod til DOELTERS $Ca\,Al_2\,Si_4\,O_{12}$, det saakaldte »babingtonit-silikat»).

Den eneste enstatit-slag, hvoraf der foreligger kvantitativ analyse, nemlig slag fra *Svartnæs*[1]), holder:
12.20 % CaO og 1.63 % MnO mod 22.75 % MgO og 1.66 % FeO.
ɔ: 1 CaO mod 2.44 MgO,
naar i CaO er medregnet lidt MnO og i MgO lidt FeO. — Af de tre slagger fra Söderfors, mai 1883, — hvilke dels er bestaaende af rhombisk pyroxen og glas, dels desuden af monosymetrisk augit, — staar ingen analyse til disposition; efter beskikningsforholdene[2]) kan dog sluttes, at der maa være tilstede ca. 1.5 MgO (med FeO) mod 1 CaO (med MnO). Da der i de nævnte slagger lejlighedsvis optræder saavel rhombisk som monosymetrisk pyroxen, maa sammensætningen temmelig nöje ligge paa den grænse, vi nu er beskjæftigede med at drage op.

Som resultat erholdes, at monosymetrisk pyroxen krystalliserer ud af smeltemasser med i alle fald saa meget MgO som efter forholdet ca. 1.40 MgO : 1 CaO —; paa den anden side dannes rhombisk pyroxen ved ca. 2.50 MgO : 1 CaO[3]);

---

[1]) I denne slag, som, ifölge analyse af CARL CARLSON, Bergskolan, bestaar af 56.77 % SiO_2, 5.30 % Al_2O_3, 12.20 % CaO, 22.75 % MgO, 1.63 % MnO og 1.66 % FeO, har först krystalliseret ud et par procent af et mineral med kriterier som glimmer (det er udviklet i lange, meget tynde blade, med god spaltbarhed, udslukning efter spaltbarheden, levende interferensfarver, habitus som glimmer). Hovedmassen indtages af et mineral, der i tversnit viser sig som paa fig. 7 angivet (nemlig en hel del parallelt orienterede stænger, med begrænsning ∞P, undertiden ogsaa $\infty \bar{P} \infty$ og $\infty \breve{P} \infty$, god spaltbarhed efter ∞P, udslukning efter pinakoiderne). Snit $\perp$ c, med temmelig matte interferensfarver, undertiden med domatiske opbygnings-retninger, omtrent som paa fig. 11, viser udslukning i alm. nöjagtig $\perp$ spaltbarheden og individernes længderetning. — Foruden denne rhombiske pyroxen findes ogsaa lidt monosymetrisk; endvidere er der tilstede ca. 25 % glasbasis.

[2]) Slaggernes baser skyldes fornemmelig Dannemora-malm, som udmærker sig ved stor MgO-gehalt.

[3]) Da slaggen fra Svartnæs holder en hel del glas, kan den udkrystalliserede enstatit meget godt bestaa af næsten ganske rent MgO-silikat.

nöjere kan paa det nuværende stadium grænsen med sikkerhed ikke drages op. — Tidligere er paavist, at monosymetrisk pyroxen (naar R_2O_3-gehalten er nogenlunde ringe) kan holde i alle fald indtil ca. 3.5—3.8 MgO : 1 CaO; heraf synes at fremgaa, at rhombisk pyroxen muligens dannes lettere, naar afkjölingen af smeltemassen foregaar hurtigt, end naar krystallisationen finder sted under de vilkaar, der var de raadende ved afkjölingen af naturens eruptiver.

Naar der skal drages op de chemiske grænser mellem de smeltemasser, hvoraf augit krystalliserer ud, og de, hvori der danner sig wollastonit eller det hexagonale kalksilikat, maa vi holde sammen MgO med FeO og MnO paa den ene side mod CaO paa den anden, idet de tre förstnævnte samtlige bidrager til dannelse af augit, MnO dog muligens ikke i fuldt saa stærk grad som de to andre.

De CaO-rigeste og omvendt MgO-, FeO- og MnO-fattigste af vore augit-slagger holder:

No. 2.	25.3	%	CaO mod	7.0	%	MgO,	2.6	%	MnO,	2.6 % FeO.
3.	27.60	»	»	9.55	»	»	1.47	»	»	1.13 » »
4.	26.73	»	»	9.50	»	»	2.55	»	»	0.92 » »
6.	28.72	»	»	7.45	»	»	3.29	»	»	1.10 » »
9.	28.26	»	»	8.70	»	»	1.95	»	»	2.29 » »
» 160.	21.78	»	»	7.21	»	»	6.30	»	»	2.70 » »
168.	27.60	»	»	7.01	»	»	3.16	»	»	1.27 »
» »	30.71	»	»	9.50	»	»	1.41	»	»	0.95 » »
	29.48	»	»	9.82	»	»	1.30	»	»	1.48 » »

Hertil kommer de tre slagger fra Bångbro (med surstofforhold 1 : 1.54—1 : 1.69), hvori der först har dannet sig lidt augit (kun ca. 25 %) og senere et andet mineral(?), med:

No. 167.	32.30	%	CaO mod	5.54	%	MgO,	2.51	%	MnO,	0.79 % FeO.
»	30.71	»	»	8.87	»	»	5.67	»	»	0.54 » »
» »	32.26	»	»	8.65	»	»	5.06	»	»	0.38 » »

Naar CaO-gehalten fremdeles voxer lidt, holder augit op at danne sig; isteden for denne krystalliserer ud enten det hexagonale kalksilikat (formentlig kun i relativt basiske smeltemasser) eller wollastonit[1] (formentlig fortrinsvis i relativ sure smeltemasser).

De to slagger (med surstofforhold resp. 1 : 2.28 og 1 : 2.10), hvori wollastonit har dannet sig, holder:

[1]) Herom se pag. 27—29 og tillægget.

No. 17.	32.46 %	CaO	mod	4.43 %	MgO,	3.04 %	MnO,	1.16 %	FeO
» 18.	35.4	»	»	» 2.6	»	» 3.6	»	» 2.6	»	»

De MgO-, MnO-og FeO-rigeste af de slagger, hvori det hexagonale kalksilikat spiller en dominerende rolle, förer:

No. 61.	38.10 %	CaO	mod	6.82 %	MgO,	0.18 %	MnO,	0.17 %	FeO.
» 62.	39.39 »	»	»	6.22 »	»	1.53 »	»	0.64 »	»
» 63.	37.76 »	»	»	7.78 »	»	0.37 »	»	0.72 »	»
» 67.	34.00 »	»	»	0.30 »	»	3.50 »	»	2.00 »	»
» 68.	29.30 »	»	»	1.15 »	»		»	» 6.58 »	

Af disse serier fremgaar, at ordinær augit krystalliserer ud (först eller alene) i bisilikat-smeltemasser ved forhold CaO : RO (hvor med RO forstaaes MgO med lidt FeO og MnO) af störrelse: 1 CaO : 0.56, 0.56, 0.60, 0.49, 0.55, 0.78, 0.52, 0.49, 0.54 — 0.31, 0.54 og 0.51 RO.

Paa den anden side dannes wollastonit, resp. det hexagonale kalksilikat ved forhold CaO : RO af störrelse: 1 CaO : 0.29, 0.24, — 0.26, 0.26, 0.31, 0.14 og 0.23 RO; de övrige af vore hexagonal-slagger (i antal 7) ligger ved forhold 1 CaO : ca. 0.10—0.15 RO.

Af disse temmelig talrige iagttagelser maa med næsten fuld sikkerhed kunne uddrages det generelle resultat, at i bisilikat-smeltemasser (med fysiske forholde som de normale hos vore slagger) krystalliserer augit altid ud, naar der er tilstede mere RO i forhold til CaO end efter proportionen 1 CaO : ca. 0.50—0.55 RO, medens det hexagonale kalksilikat eller wollastonit altid danner sig, naar der er tilstede mere CaO end efter proportionen 1 CaO : ca. 0.25 RO. — Antagelig ligger grænsen temmelig nöje ved 1 CaO : ca. 0.35 RO.

De her vundne resultater maa ikke udtydes paa den maade, at ved de nævnte sammensætninger skal den hele masse krystallisere ud til det mineral, som skal konstitueres, tvertom, de mikroskopiske præparater af wollastonit-slaggerne og de CaO-rige augit-slagger viser altid en hel del glas. — Det er derfor ikke berettiget at antage, at de udkrystalliserede mineraler skal have nöjagtig samme forhold mellem CaO og MgO, som analyserne af den hele smeltemasse angiver; wollastonit-mineralet bestaar rimeligvis af omtrent ren $CaSiO_3$; i de CaO-rige augit-slagger derimod har rimeligvis MgO fortrinsvis gaaet ind i det erholdte silikat, saa dette har kunnet nærme sig til de TSCHERMAK'SKE normalled.

I flere af de CaO-rige augit-slagger optræder et lyst, stængligt mineral, med matte interferensfarver, udslukning tilnærmelsesvis parallel længderetningen; nogen sikker bestemmelse eller nöjere undersögelse har ikke kunnet finde sted. Sandsynligvis karakteriseres mineralet ved en temmelig stor CaO-gehalt.



Det er allerede flere gange tidligere berört, at nogenlunde ren $Mn SiO_3$ krystalliserer asymetrisk (dannende pyroxen-mineralet rhodonit), og at i sin almindelighed MnO virker til at bringe bisilikatet $R SiO_3$ over i det asymetriske system. — Det ligeledes asymetrisk krystalliserende pyroxen-mineral babingtonit bestaar af

$$n R SiO_3 + Fe_2 Si_3O_9.$$

Ved babingtonit fra Arendal er $n = 9$ (efter Rammelsberg); RO betyder CaO, FeO med MnO og lidt MgO. Ifölge Dana og Rammelsberg förer babingtonit altid en del MnO; analyserne udviser 17.91, 16.16, 7.91, 3.22, 1.80 og 1.25 % af denne base.

Vi skal begynde de fölgende studier over den indflydelse, som MnO udöver i krystallografisk henseende ved udkrystallisation af smeltemasser, med at stille op mod hinanden de fra naturen hidtil kjendte MnO-rigeste augiter paa den ene side mod de MnO-fattigste, omvendt CaO-, MgO- og FeO-rigeste rhodoniter paa den anden.

De ordinære, naturlige augiter holder i regelen kun yderst lidet MnO, nemlig sjelden mere end ca. 1—2 %; de MnO-rigeste af de mange i Rammelsbergs Mineralchemie, Danas Mineralogy og Doelters, Merians arbejder anförte augit-analyser viser i max. 2.83, 3.00, 3.16, 4.12[1]), hvortil kommer den ZnO-rige augit-varietet jeffersonit (fra Franklin, New-Jersey) med 7.50 og 10.20 % MnO, samt den saakaldte schefferit (ɔ: manganrig augit, fra Långban) med 10.46 % MnO mod 10.86 % MgO, 19.09 % CaO og 1.63 % FeO — ɔ: de MnO-rigeste af de hidtil kjendte naturlige augiter holder 1 del MnO mod ca. 4.5, 5, 7, dele RO (naar RO er CaO med MgO og FeO).

Paa den anden side förer de MnO-fattigste rhodoniter (efter Rammelsberg og Dana):

¹) Den sidste er fra Nordmarken ved Filipstad.

30.73 % MnO mod 16.45 % CaO, 0.73 % MgO, 1.31 % FeO.
30.1 » » » 18.0 » » 2.3 » » 1.1 » »
26.96 » » » 14.43 » » 0.64 » » 1.15 » »
28.70 » » » 13.23 » » 2.17 » » 1.05 » »
31.52 » » » 4.50 » » 3.09 » » 7.23 » » 5.85 % ZnO.
31.20 » » » 6.30 » » 2.81 » » 8.35 » » 5.10 » »

ɔ: de hidtil undersögte naturlige rhodoniter holder i minimum 1 MnO til 0.94, 0.78. 0.72 o. s. v. RO. Man maa fölgelig kunne gaa ud fra, at en ordinær pyroxen-sammensætning (med hovedbaser CaO, MgO med FeO, uden store mængder af Al_2O_3 eller Fe_2O_3) altid vil krystallisere monosymetrisk ved mindre MnO end efter forholdet 1 MnO : ca. 6 RO, medens den altid vil krystallisere asymetrisk ved mere MnO end efter forholdet 1 MnO : ca. 0.9 RO. — Vi skal se, at vi ved studium af vore slagger kan faa grænsen bestemt noget mere detailleret.

De MnO-rigeste af vore ordinære augit-slagger holder 3.28, 3.29, 3.53, 3.6, 5.13, 5.44, 5.66 og 6.30 % MnO ɔ: af en smeltemasse (uden Fe_2O_3, med lidet Al_2O_3) med 1 MnO til 6.9, 9.1, 10.0, 11.6 RO og derover krystalliserer augit ud; da vi har temmelig mange iagttagelser, maa det formentlig være berettiget at generalisere resultatet til fölgende sats: I bisilikat-smeltemasser (med passe CaO-gehalt, uden Fe_2O_3, med lidet Al_2O_3) danner altid augit sig, naar der ikke er mere MnO tilstede end efter forholdet 1 MnO til ca. 7 RO. — Rhodonit-slag no. 19 holder 36.83 % MnO mod 15.62 % FeO og 0.70 % CaO ɔ: 1 MnO mod 0.44 RO (hvor RO er FeO med lidt CaO). — Enkelte af de tidligere omhandlede naturlige rhodoniter har vistnok udvist relativt mindre MnO, men intet sted har der været saa meget FeO (eller overhovedet rhombisk virkende RO) tilstede.

Slag no. 20 frembyder særlig interesse, da den samtidig förer augit og et mineral, som efter al sandsynlighed er identisk med rhodonit[1]). Sammensætningen viser en MnO-gehalt

[1]) Augiten er bestemt med fuld sikkerhed. — Desuden er tilstede et andet mineral, som saavel makro- som mikroskopisk kan adskilles fra augit, og som altsaa utvivlsomt maa være noget andet; det karakteriseres ved at være udviklet i lange individer, som i henhold til udslukningsforholdene enten maa være mono- eller asymetrisk, rimeligvis det sidste, da der ikke kunde findes individer med udslukning nöjagtig efter længderetningen. Paa grund af overensstemmelse i udsluknings-vinkelens störrelse, *spaltbarhed* (i snit ╪ c) og *habitus* sluttes, at vi sandsynligvis maa have for os rhodonit; da hertil kommer, at mineralet har krystalliseret ud af en Al_2O_3-fattig bisilikat-smeltemasse med ikke mindre end 20 % MnO, maa bestemmelsen ansees for aldeles sikker.

(nemlig 20.11[1]) % MnO) omtrent midt mellem de, hvorved resp. kun augit og kun rhodonit krystalliserer ud. — Det monosymetriske pyroxen-mineral udfylder omtrent den hele plads paa de steder, hvor afkjölingen gik relativt langsomt for sig; mikroskopisk præparat af denne del viser, at omtrent den hele slagmasse (som staar bisilikat meget nær, idet surstofforhold, med Al_2O_3 som base, er 1 : 1.94) her har krystalliseret ud som augit ɔ: dette mineral maa i foreliggende tilfælde have en sammensætning meget nær svarende til selve slaggens[2]). — Som resultat erholdes altsaa, at augiten temmelig nöje repræsenteres ved formel

$$4.80\ CaSiO_3 + 3.44\ RSiO_3 + 4.53\ MnSiO_3 + 0.40\ Al_2Si_2O_9,$$

naar vi med RO forstaar MgO med lidt FeO. — Udtrykt i overensstemmelse med den af Tschermak og Doelter anvendte methode erholdes sammensætningen:

$$6.88\ CaRSi_2O_6 + 2.32\ CaMnSi_2O_6 + 3.37\ MnMnSi_2O_6 + 0.60\ CaAl_2Si_3O_9.$$

ɔ: monosymetrisk augit kan udenfor fundamental-forbindelserne $CaRSi_2O_6$ og $CaMnSi_2O_6$ holde et ganske betydeligt overskud af $MnMnSi_2O_6$. — Tidligere er paavist, at i de ordinære slag-smeltemasser krystalliserer augit altid ud ved forhold 1 MnO til ca. 7 RO eller derover (naar RO betyder CaO og MgO med lidt FeO); her ser vi, at det samme mineral lejlighedsvis ogsaa kan danne sig ved tilstedeværelse af saa meget MnO som efter forholdet 1 MnO til 1.82 RO.

Rhodonit-mineralet i slag no. 20 optræder dels i radialstraalige sfærolither (med diameter indtil ca 1 cm.), som ligger frit for sig i glasset, og dels inde i den krystallinske kjærne, sammen med augiten; det synes at være dannet paa de steder, som var udsat for en relativ hurtig afkjöling. — Mellem de enkelte rhodonit-individer ligger der, saavidt det kan sees, bestandig lidt glas, aldrig dog særdeles meget; fölgen heraf er, at rhodoniten ikke nöjagtig, men kun tilnærmelsesvis, repræsenteres ved de nys angivne formler.

Analyserne udviser, at MnO-gehalten er lige stor i alle de partier, hvoraf slaggen bestaar ɔ: virkningen af de chemiske faktorer, som er de pricipielt dominerende ved mineraldannelsen, maa i foreliggende tilfælde være bleven noget modificeret ved

---

[1]) Middel af tre analyser, udvisende resp. 20.99, 20.02 og 19.32 % MnO.
[2]) Special-analyse af denne del viser 20.02 % MnO.

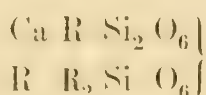
de fysiske omstændigheder, hvorunder krystallisationen har fundet sted.

Tidligere er paavist, at rhodonit kan före 1 MnO til ca. 0.9 RO, og at det kan krystallisere ud i alle fald ved forhold 1 MnO til 0.44 RO; undersögelsen af slag no. 20 godtgjör, at rhodonit lejlighedsvis kan holde saa meget RO som efter forholdet 1 MnO til henimod 1.8 RO, og at det, naar de fysiske omstændigheder er gunstige, kan konstitueres i smeltemasser med forhold 1 MnO til 1.82 RO.

I Freiberger Bergakademies samlinger fik jeg mig bl. a. overladt til undersögelse en bessemerslag fra Königin Maria-Hütte, som förte 58.8 % SiO_2, 24.3 % MnO og 8.8 % FeO (sum 91.9 %; resten er rimeligvis fornemmelig Al_2O_3 med en del CaO og MgO). — I mikroskopisk præparat iagttages glas med ca. 25 % augit, der har udseende omtrent som den i de MnO-fattige slagger. Vi faar altsaa som resultat, at ordinær, monosymetrisk augit kan krystallisere ud i bisilikat-smeltemasser med indtil 24.3 % MnO[1]). Heri ligger dog ikke, at selve augiten i og for sig skal holde nogen særdeles betydelig MnO-gehalt: mineralet udgjör nemlig kun ca. 25 % af den hele masse, kan altsaa have optaget i sig den forhaanden-værende mængde af MgO, CaO og FeO, medens MnO-gehalten fornemmelig eller udelukkende kan være bleven ladt tilbage i glasset.

P. GROTH omtaler i »Tabellar. Uebers. d. Min.», 1882, pag 107, en i det asymetriske system krystalliserende »Eisenschlacke (fuldkommen isomorf med babingtonit) med kun 12 % MnO[2]). — Denne iagttagelse staar ikke i strid med det nys vundne resultat; vore to slagger förer nemlig ved siden af MnO hovedsagelig forskjellige slags RO-baser (CaO, MgO med FeO), medens den af GROTH omhandlede »Eisenschlacke», der angives at være isomorf med den altid temmelig Fe_2O_3-rige babingtonit, rimeligvis foruden MnO holder en hel del jernoxyd og jernoxydul.

Den af TSCHERMAK i 1872 fremsatte hypothese, at augiterne altid skulde kunne deriveres af et par fundamentale dobbelt-forbindelser, nemlig



$$\left.\begin{matrix} Ca\ R\ Si_2\ O_6 \\ R\ \ R_2\ Si\ \ O_6 \end{matrix}\right|$$

[1]) Den foregaaende slag viste 20 % MnO.

[2]) Nöjere meddelelse angives ikke. — Det har ikke lykkes mig i literaturen at finde original-beskrivelsen til den her omhandlede slag.

(hvor R = Mg, Fe, delvis ogsaa Mn, og $R_2 = Al_2$, Fe_2, muligens ogsaa Mn_2), har i tidernes löb undergaaet en hel del modifikationer; det har nemlig vist sig, at man dels maa forudsætte flere nye konstituerende dobbelt-forbindelser, dels desuden, at lejlighedsvis indgaar i pyroxenerne ogsaa de enkle silikater $Mg\,SiO_3$, $Fe\,SiO_3$, $Ca\,SiO_3$ (eller $Ca\,R_2\,SiO_6$, resp. $Ca\,R_2\,Si_4\,O_{12}$), hvortil i dette arbejde föjes leddet $Mn\,SiO_3$. — Alt i alt blir der kanske ligesaa mange undtagelser fra TSCHERMAKS regel som tilfælder, hvor den passer. Det synes derfor ikke længere at være berettiget at gaa ud fra, at augit altid netop skal konstitueres af dobbelt-forbindelser (af form $Ca\,R\,Si_2O_6$, $R\,R_2\,SiO_6$, $R\,R\,Si_2O_6$ o. s. v.); det maa være ligesaa naturlig at antage, at mineralet — naar vi forelöbig ikke tager hensyn til alkali- og R_2O_3-gehalten — bestaar af morfotrope blandinger af de enkelte grund-forbindelser ($Mg\,SiO_3$, $Fe\,SiO_3$ — $Ca\,SiO_3$ — $Mn\,SiO_3$; da Mg og Fe ekvivalerer hinanden i krystallografisk henseende, kan det förste led skrives som $R\,SiO_3$, hvor R = Mg + Fe). Naar en enkelt af disse er forhaanden i fornöden dominerende mængde, faar vi resp. enstatit (med hypersthen), wollastonit og rhodonit; naar der derimod foreligger passe blandingsforholde, erholdes augit som enderesultat. Grunden til, at de R_2O_3-fattige varieteter af dette mineral saa jævnlig udtrykkes netop ved $Ca\,R\,Si_2O_6$ eller ved forholdet 1 del $Ca\,SiO_3$ til 1 del $R\,SiO_3$, bliver efter dette at sammenligne med, at homöomorfe blandinger i sin almindelighed fortrinsvis indgaar i forening med hinanden i ganske enkle relationer (cfr. f. ex. forholdet mellem olivin og monticellit, se tidligere).

Alkalierne spiller i pyroxenerne nogenlunde samme rolle som CaO. — R_2O_3 indgaar oftest i analyserne af de forskjellige slags pyroxen-mineraler dels som enkelt tillæg til $R\,SiO_3$, dels som bisilikat af sammensætning $Al_2O_3 . (SiO_2)_3$. Det sidste synes fuldstændig at maatte kunne ekvivalere forbindelserne af form $R\,SiO_3$, udenat det dog har nogen betydelig indflydelse i krystallografisk henseende.

De silikat-mineraler, som först krystalliserer ud i relativt basiske smeltemasser, bestaaende af SiO_2, Al_2O_3, CaO, MgO, MnO og FeO, med lidt, men ikke meget Fe_2O_3, ZnO, Na_2O, K_2O, BaO o. s. v., tilhörer [1]), ifölge vore undersögelser, antagelig bestandig en af de to store mineral-grupper, som spiller en saa stærkt fremtrædende rolle i de basiske slagger, nemlig olivin-gruppen paa den ene side og melilith-skapolith-gruppen [2]) paa den anden. — Leddene i den sidstnævnte karakteriseres som bekjendt ved CaO (Na_2O) og Al_2O_3, medens olivin-mineralerne förer MgO, MnO og FeO, kun i underordnet grad CaO; heraf fremgaar, at vi paa forhaand maa vente at antræffe olivin i de relativt MgO-, MnO- og FeO-rige smeltemasser, derimod de tetragonale mineraler i de relativt CaO-rige og samtidig Al_2O_3-förende slagger. De i det foregaaende omhandlede undersögelser godtgjör, endog med en ganske paafaldende regelmæssighed, at det forholder sig paa den maade som nys formodet.

Vi skal begynde med at stille op mod hinanden de CaO-rigeste af vore olivin-slagger (ɔ: slagger, hvor olivin er det mineral, som har krystalliseret ud först eller alene) paa den ene side mod de CaO-fattigste og omvendt MgO-, MnO-, FeO-rigeste tetragonal-slagger paa den anden.

De CaO-rigeste af vore olivin-slagger [3]) holder:

No. 31.	26.75 % [4])	CaO	mod	18.10 %	MgO,	4.46 %	MnO,	0.45 %	FeO.
34.	24.35 »	»	»	11.41 »	»	8.59 »	»	1.03 »	»
35.	24.17 »	»	»	16.11 »	»	9.11 »	»	2.44 »	»
36.	27.39 »	»	»	17.86 »	»	5.62 »	»	0.43 »	»
38.	28.80 »	»	»	17.45 »	»	5.44 »	»	1.48 »	»
40.	31.60 »	»	»	19.96 »	»	2.30 »	»	0.40 »	»
41.	28.79 »	»	»	22.02 »	»	2.88 »	»	0.47 »	»
58.	26.35 »	»	»	12.26 »	»	7.32 »	»	0.77 »	»
59. [5])	29.45 » [6])	»	»	20.24 »	»	0.43 »	»	0.49 »	»

[1]) Naar Al_2O_3-gehalten ikke er altfor höj, og naar vi ikke tager hensyn til glimmer.

[2]) Til denne medregnes ogsaa det nye, tetragonale, CaO-rige og Al_2O_3-fattige, nogenlunde SiO_2-rige mineral (pag 126—135).

[3]) Forelöbig tager vi her ikke hensyn til olivin-slag no. 26, med kun 0.78 % Al_2O_3, desuden lidt Fe_2O_3.

[4]) Med 0.62 % K_2O, 0.41 % Na_2O.

[5]) Denne slag förer ca. ½ % spinel, hvorved dog forholdet mellem CaO og RO ikke forrykkes i mærkbar grad.

[6]) Med 0.20 % K_2O, 0.72 % Na_2O.

Hertil kommer slag no. 60, hvori der i alm. har dannet sig olivin, paa et eller et par steder dog melilith, med:
No. 60. 31.4 % CaO mod 10.0 % MgO, 14.5 % MnO og 0.5 % FeO.

Som resultat erholdes, at i masovnsslagger (af fornöden basisitet) krystalliserer olivin (först eller alene) ud ved det i fölgende oversigt angivne forhold mellem CaO [1]) og RO (naar vi med RO betegner MgO med en del MnO og lidt FeO); af hensyn til de senere undersögelser vedföjes den i hvert enkelt tilfælde forhaanden-værende Al_2O_3-gehalt.

n CaO : 1 RO ...	0.94	CaO : 1 RO	1.03	0.78	0.92	0.96
Al_2O_3	2.40	% Al_2O_3	8.92	3.71	3.99	3.84.
n CaO : 1 RO ...	1.05	CaO : 1 RO	0.86	1.12	1.04	1.22
Al_2O_3	3.69	% Al_2O_3	4.48	9.97	9.85	3.5.

Paa den anden side holder de CaO-fattigste og omvendt MgO-, MnO-, FeO-rigeste af vore melilith-slagger (med gehlenit o. s. v.):

No. 86.	34.05 %	CaO mod	5.36 %	MgO,	10.37 %	MnO,	0.11 %	FeO.
» 88.	35.46 »	» »	12.33 »	»	0.59 »	»	0.47 »	»
» 89.	15.48 »	» »	8.25 »	»	2.38 »	»	0.50 »	»
» 95.	30.92 » [2])	» »	10.02 »	»	0.96 »	»	0.03 »	»
» 96.	34.05 »	» »	10.25 »	»	2.68 »	»	0.52 »	»
» 98.	31.85 »	» »	7.82 »	»	5.31 »	»	2.85 »	»
» 108.	32.2 »	» »		»		»	10.4 »	»
» 116.	31.43 » [3])	» »	7.24 »	»	2.79 »	»	0.93 »	»
» 117.	33.46 » [4])	» »	6.64 »	»	2.64 »	»	3.91 »	»

Hertil kommer slaggerne fra Mägdesprung og Luisenthal, med:

No. 121, b.	25.31 %	CaO mod	0.42 %	MgO,	20.66 %	MnO,	1.42 %	FeO.
» 122, b.	24.39 »	» »	0.64 »	»	21.97 »	»	4.35 »	»
» 123.	26.66 »	» »	1.10 »	»	20.85 »	»	0.44 »	»
» 124.	25.35 »	» »	0.34 »	»	21.65 »	»	1.02 »	»
» 125.	25.52 »	» »	4.71 »	»	19.05 »	»	7.59 »	BaO.
» 126.	28.81 »	» »	9.17 »	»	11.20 »	»	7.91 »	»
» 127.	26.67 »	» »	2.84 »	»	20.51 »	»	8.26 »	»

[1]) Heri undertiden iberegnet lidt alkali.
[2]) Med 1.17 % Na_2O, 0.12 % K_2O.
[3]) Med 2.60 % K_2O.
[4]) Med 1.92 % K_2O.

Paa enkelte steder optræder melilith i slag fra Schisshyttan, med:

No. 60. 31.4 % CaO mod 10.0 % MgO, 14.5 % MnO og 0.5 % FeO.

I no. 102 og no. 103 sees makroskopisk kvadratiske krystaller, af melilith-mineralernes habitus; under mikroskopet kunde dog ikke med fuld sikkerhed godtgjöres, at det optrædende mineral er tetragonalt; alligevel vil vi dog opföre analyserne. End mere usikker er bestemmelsen af no. 104.

No. 102.	28.40 %	CaO mod	6.95 %	MgO,	1.65 %	MnO,	5.10 %	FeO.
» 103.	29.57 » [1])	» »	10.58 »	»	9.50 »	»	0.40 »	»
» 104.	26.06 »	» »	7.14 »	»	15.68 »	»	0.79 »	»

Disse iagttagelser udviser, at i masovnsslagger (af fornöden basisitet) krystalliserer et eller andet til melilith-skapolithgruppen hörende mineral (först eller alene) ud ved fölgende forhold mellem CaO (undertiden med lidt alkali [2])) og RO (hvor RO = MgO med MnO og FeO):

n CaO : 1 RO ...	2.18	CaO : 1 RO	2.32	1.12	2.16	1.81.
Al_2O_3	9.10	% Al_2O_3	15.13	29.31	22.32	4.57.
n CaO : 1 RO	1.84	CaO : 1 RO	3.98	2.59	2.40.	
Al_2O_3	6.50	% Al_2O_3	16.8	13.01	12.78.	

Slaggerne fra Mägdesprung og Luisenthal viser, naar vi med RO forstaar MnO med lidt MgO, FeO og BaO:

n CaO : 1 RO	1.19	1.14	1.48	1.40	1.11	1.18	1.10.
Al_2O_3.........	10.56	9.75	4.96	6.58	4.85	3.13	3.74.

Hvis BaO i de tre sidstnævnte fald var bleven regnet sammen med CaO, vilde forholdet være bleven resp. 1.40, 1.47 og 1.39.

De fire resterende slagger (no. 102, 103, 104 og 60, se herom tidligere) viser forholdet:

n CaO : 1 RO	1.91	1.34	1.27	1.22.
Al_2O_3	10.90	5.95	6.77	3.5.

---

[1]) Med 0.37 % K_2O, 0.56 % Na_2O.

[2]) I kalk-gehalten medregner vi her altid en eventuel forhaanden-værende procent alkali, idet den sidste, paa samme maade som CaO, bidrager til at konstituere melilith-mineraler, altsaa til at modvirke dannelsen af olivin. — Alkali-gehalten spiller intet sted nogen betydelig rolle.

Vi faar altsaa som det endelig resultat, at i vore slagger har *olivin* krystalliseret ud ved forhold

1 del RO : 0.78, 0.86, 0.92, 0.94, 0.96, 1.03, 1.04, 1.05, 1.12, 1.22 dele CaO, derimod *tetragonale mineraler* ved forhold

1 del RO : 1.12, 1.14, 1.19, 1.22, 1.11 eller 1.40, 1.18 eller 1.47, 1.10 eller 1.39, 1.27(?), 1.34, 1.40, 1.48, 1.81, 1.84, 1.91, 2.16, 2.18, 2.32, 2.40, 2.59 dele CaO og derover. Grænsen mellem de to grupper synes at være meget skarp; den ligger omtrent ved forholdet

1 del RO : 1.10—1.20 dele CaO.

Vi vil specielt betone, at ikke noget sted har olivin krystalliseret först ud i stærkt CaO-rige (og Al_2O_3-förende) smeltemasser, heller aldrig melilith i stærkt MgO-rige.

De forskjellige chemiske betingelser, som inden visse raaderum rimeligvis maa kunne forrykke grænsen mellem de to store mineral-grupper, kan tænkes at være beroende paa fölgende:

1) Tilstedeværelse af en större eller mindre *Al_2O_3-gehalt.* — Da olivin-mineralerne ikke förer Al_2O_3, medens melilith og gehlenit, rimeligvis ogsaa det nye, relativt CaO- og SiO_2-rige tetragonale mineral kræver en vis lerjord- (eller jernoxyd)-mængde for at kunne blive konstituerede, maa det formodes, at olivin kan krystallisere ud selv ved meget stor CaO-gehalt i smeltemasser, som er omtrent fri for R_2O_3, og endvidere, at grænsen mellem de to grupper flyttes ind paa melilith-siden vid relativt liden R_2O_3-gehalt, medens omvendt de tetragonale mineraler rimeligvis maa kunne danne sig ved relativt stor MgO-, MnO- og FeO-gehalt, naar smeltemasserne förer særdeles meget R_2O_3. — For at studere de i den her omhandlede henseende virkelig stedfindende forholde skal vi i detail gjennnemgaa en del til disposition staaende slagger, som ligger omtrent paa grænsen. — I slag no. 26, med 33.72 % CaO mod 25.64 % FeO, 4.68 % MgO og 0.86 % MnO ɔ: med 1.24 CaO : 1 RO, har et olivin-mineral (nemlig en CaO-FeO-olivin) krystalliseret ud (se herom pag. 66—69), medens vi efter den nys refererede serie skulde vente melilith; grunden til, at olivin alligevel har dannet sig, maa formentlig være at söge i, at smeltemassen kun holder saa yderst lidet, nemlig kun 0.78 % Al_2O_3 (desuden lidt Fe_2O_3), at melilith ikke har kunnet blive konstitueret. Af forholdene ved denne slag maa kunne

drages den generelle slutning, at olivin i sin almindelighed kan konstitueres i smeltemasser selv ved temmelig stor CaO-gehalt, naar der er lidet R_2O_3 forhaanden. — I slag no. 60, med 1.22 CaO : 1 RO (hvor RO bestaar af omtrent lige meget MgO og MnO, desuden lidt FeO), har paa enkelte steder olivin, paa andre steder derimod melilith, krystalliseret ud. Efter vor serie skulde egentlig kun det sidstnævnte mineral formodes; grunden til, at dog ikke melilith, men derimod olivin spiller den mest fremtrædende rolle, maa bero paa, at slaggen kun holder meget lidet, nemlig kun (ca.) 3.5 % Al_2O_3. — De tre slagger no. 58, 59 og 34, med resp. 9.97, 9.85 og 8.92 % Al_2O_3 og 1 RO : 1.12, 1.04 og 1.03 CaO, förer olivin[1]) ɔ: dette mineral krystalliserer ud i saa kalkrige slagger som ved forhold 1 RO : ca. 1.10 CaO, selv om smeltemasserne holder saa meget Al_2O_3 som 9—10 %. — Vi vil specielt gjöre opmærksom paa, at det olivin-mineral, som först har dannet sig i slag no. 40, (med 1.05 CaO : 1 RO og 3.69 % Al_2O_3) ifölge vinkelværdierne maa staa ren Mg_2SiO_4 meget nær (se pag. 72). I slag no. 41 (med 0.86 CaO : 1 RO og 4.48 % Al_2O_3) synes der paa enkelte steder, efter at olivinen var færdig, at have krystalliseret ud lidt melilith.

I slaggerne fra Luisenthal (med 1.10—1.18 eller 1.39—1.40 CaO : 1 RO, eftersom BaO regnes sammen med MgO, MnO og FeO eller sammen med CaO, — og med ca. 3—5 % Al_2O_3) optræder der undertiden ved siden af melilith-mineralet lidt olivin, i smaa mikrolither (se f. ex. fig. 31, tilhöjre); melilithen viser sig i store individer, spiller den dominerende rolle og har antagelig först krystalliseret ud (derved fortrinsvis lagt beslag paa CaO, saa MgO- og MnO-gehalten er steget i moderluden). — I præparater af slaggerne fra Mägdesprung (med 1.14, 1.19, 1.40, 1.48 CaO : 1 RO og med 5—10 % Al_2O_3) iagttages kun melilith, ikke spor af olivin. Derimod ligger hist og her i slag no. 103 (med 1.34 CaO : 1 RO og med 5.95 % Al_2O_3) mellem det tetragonale(?) minerals stænger lidt tvivlsomt olivin. — I no. 89 (med 1.12 CaO : 1 RO og med 29.31 % Al_2O_3) har

---

[1]) No. 59 i temmelig store og ganske vel udviklede krystaller, de to andre i tydelige mikrolither (som paa fig. 26 angivet), undertiden desuden i nogenlunde færdige krystaller. — No. 59 holder desuden lidt spinel, CaS og temmelig meget glas, no. 58 derimod, som udkrystalliseret efter olivin, nogle smaa individer af et mineral, som har stor lighed med det i no. 103 og 104 optrædende, og som derfor rimeligvis er et melilith-mineral.

ikke olivin, men derimod et mineral, som efter interferensfarve, habitus og udslukningsforholde maa holdes for melilith, dannet sig paa de fleste steder, et par steder desuden et mineral, som ikke kan bestemmes.

Efter disse temmelig talrige iagttagelser maa det formentlig være berettiget at opstille som generel regel, gjældende for udkrystallisation, som gaar nogenlunde hurtig for sig, af ordinære smeltemasser med basisitet omkring singulosilikat:

I smeltemasser med i max. ca. 10 % Al_2O_3 og med i max. ca. 1.10 CaO : 1 RO (hvor RO betyder MgO med en del MnO och lidt FeO) krystalliserer altid olivin först ud; er der kun ca. 3 % Al_2O_3 tilstede, strækker grænsen sig til ca. 1.20 CaO : 1 RO; ved mindre Al_2O_3 kan olivin danne sig ved endnu lidt större CaO-gehalt. — Paa den anden side erholdes altid et melilith-mineral ved större CaO-gehalt end efter forholdet ca. 1.25 CaO : 1 RO, naar smeltemassen holder ca. 10—15 % Al_2O_3; ved mindre lerjordsgehalt gaar den grænse, inden hvilken tetragonale mineraler altid formodes, ned til ca. 1.35 CaO : 1 RO, ved större derimod op til ca. 1.10 CaO : 1 RO. — Ved en lerjordsgehalt paa ca. 10 % Al_2O_3 kan antagelig saavel olivin som melilith samtidig konstitueres i smeltemasser, som ligger inden de to grænser ca. 1.25 CaO : 1 RO og ca. 1.10 CaO : 1 RO; afgjörelsen af, hvilket mineral der her i hvert enkelt tilfælde skal krystallisere ud, beror antagelig paa sekundært virkende faktorer af fysisk eller chemisk beskaffenhed. Ved mindre lerjordsgehalt flyttes det mellemrum [1]), i hvilket begge mineraler kan danne sig, over mod CaO-siden, ved större derimod over mod MgO-siden.

Grænsen mellem de to store mineral-grupper modificeres sandsynligvis til en vis grad af

2) smeltemassernes *basisitets-grad*. — De nys angivne detail-værdier gjælder, med den nöjagtighed, som vi har troet at kunne bestemme, egentlig kun for smeltemasser, som ligger nogenlunde nær ved singulosilikat. Af oversigtstabellen (se pag. 274) kan aflæses, at store afvigelser fra de dragne normalgrænser ikke kan finde sted i de lidt mere basiske eller lidt mere sure smeltemasser. — I nogenlunde Al_2O_3-fattige og

[1]) Det er mulig, dog ikke sandsynlig, at der her lejlighedsvis ogsaa kan konstitueres andre mineraler, selv ved normal afkjöling.

CaO-rige smeltemasser af surstofforhold ca. 1 : 1.40 krystalliserer ud det nye, CaO- og SiO_2-rige tetragonale mineral, som behöver lidet eller intet Al_2O_3 for at kunne blive konstitueret; af denne grund kan olivin rimeligvis ikke strække sig saa langt ind paa melilith-siden, naar Al_2O_3-gehalten er ringe, ved smeltemasser af surstofforhold ca. 1 : 1.35—1.50 [1]) som ved ca. 1 : 1.00. Det omvendte finder antagelig sted ved stærkt basiske slagger, idet her, naar Al_2O_3-gehalten er stor, krystalliserer ud gehlenit (som holder meget Al_2O_3).

3) Det indbyrdes forhold mellem de *forskjellige RO-baser*, nemlig MgO, MnO og FeO, og mellem *CaO og alkalier* udöver sandsynligvis ogsaa en vis indflydelse paa den lov, hvorefter mineral-dannelsen finder sted. — I de fleste af de af vore melilith-slagger, som ligger i nærheden af olivin-grænsen, spiller MnO en stærkt fremtrædende rolle; RO betyder fölgelig i de nys angivne grænse-værdier altid MgO i fælleskab med en hel del MnO; FeO er overalt kun tilstede i meget ringe mængde. Jeg skulde være tilböjelig til at tro, at olivin, naar de övrige betingelser er lige, kan konstitueres ved relativt större CaO-gehalt, naar RO næsten udelukkende bestaar af MgO, end naar der indgaar store mængder af MnO. — I CaO-gehalten er tidligere medregnet eventuelt forhaanden-værende alkali; der er dog overalt kun meget lidet Na_2O og K_2O tilstede, saa grænse-værdierne gjælder for omtrent ren CaO.

Tidligere er paavist, at naturlig melilith kan holde saa meget MgO som i alle fald efter forholdet 1 MgO : 2.49 CaO; BOURGEOIS har fremstillet melilith med 1 MnO : 6 CaO (med lidt Na_2O). Hvor maximums-grænsen for den MgO-, MnO- og FeO-gehalt, som kan indgaa i melilith, i virkeligheden indtræder, kan paa det nuværende stadium ikke med sikkerhed angives; sandsynligvis kan de tetragonale mineraler aldrig holde særdeles meget af de nævnte baser, thi da maatte man vente, at de skulde kunne dannes ved relativt mindre CaO-gehalt, end erfaring viser. — De udkrystalliserede melilith-mineraler i vore slagger indeholder rimeligvis altid en del, dog ikke særdeles meget, mere CaO i forhold til RO (MgO, MnO og FeO), end tilfældet er med selve smeltemasserne i sin helhed; der maa

---

[1]) De CaO-rigeste af vore olivin-slagger med surstofforhold over 1 : 1.30 förer 1 RO : 1.03, 0.94, 0.81, 0.78 og 0.67 CaO. — Paa den anden side har vi ved samme surhedsgrad en hel del temmelig CaO-fattige og RO-rige tetragonal-slagger (se oversigtstabellen).

sandsynligvis i regelen finde sted en koncentration af RO-baserne i »moderluden», hvorved dannelsen af olivin muliggjöres eller lettes.

Om den stilling, som CaO indtager i olivin-mineralerne i forhold til MgO, MnO og FeO, henvises til den tidligere fremstilling (se pag. 64—73). — For öjeblikket kjender vi meget lidet eller næsten slet intet til proportionen mellem MgO, MnO og FeO i den oprindelig existerende smeltemasse og i den olivin-forbindelse, som krystalliserer ud; jeg er tilböjelig til at antage, at MgO-gehalten koncentreres i olivinen i forhold til MnO-gehalten [1]).

Inden olivin-gruppen existerer der aldeles gradvise overgange, saavel i chemisk som fysisk henseende, mellem de fire led, nemlig egentlig olivin, fayalit, tefroit og monticellit (med resp. MgO, FeO, MnO og (CaO, MgO) som karakteriserende base); der kan altsaa her ikke være tale om at trække op grænser mellem de sammensætninger, hvoraf de forskjellige slags underafdelinger krystalliserer ud. — Med de tetragonale mineraler derimod forholder det sig paa en anden maade, idet i alle fald enkelte af disse synes ikke ganske successivt at gaa over i hinanden; der er, i alle fald mellem flere af mineralerne, skarpe differencer (f. ex. i spaltbarhed), som synes at være konstante. De egentlige skapolither danner vistnok, efter TSCHERMAKS udvikling, en fuldstændig serie, temmelig nöjagtig paa samme maade som tilfældet er med plagioklaserne, men mellem de egentlige skapolither paa den ene side og melilith, gehlenit med vort nye led paa den anden eller mellem de tre sidste indbyrdes kjendes, i alle fald hidtil, ingen overgang, men kun skarpe grænser.

---

[1]) De af A. STELZNER publicerede analyser af gjennemsnits-sammensætningen af melilith-basalt fra Hochbohl samt af den i samme bergart optrædende olivin udviser, at den störste del af den i smeltemassen oprindelig værende FeO-gehalt er gaaet ind i olivinen, medens »moderluden», efter olivinens dannelse, fremdeles holder en hel del MgO (som fornemmelig konsumeres til konstitution af augit og glimmer; melilithen selv förer kun 5.16 % Fe_2O_3, 1.39 % FeO og 8.60 % MgO). — I de store olivinknoller i basalt synes der derimod ikke at have fundet sted nogen koncentration af FeO-gehalten; heraf fremgaar antagelig, at de fysiske omstændigheder, hvorunder krystallisationen finder sted, har mærkbar indflydelse paa affinitets-forholdet mellem MgO og FeO. (Cfr. forholdet mellem MgO og CaO i spinel, se pag. 157—159). — Mere indgaaende klarhed over det her skitserede problem kan ikke erholdes uden ved et systematisk arbejde, udfört paa lignende maade som MERIANS studier over bergartdannende pyroxener.

De smeltemasser, hvori vort nye, relativt CaO- og SiO_2-rige, tetragonale mineral har krystalliseret ud, karakteriseres ved:

Surstofforhold	1 : 1.48	1.46	1.42	1.32
% Al_2O_3	4.57	6.92	6.50	8.34.

Flere af analyserne medtages ikke, da bestemmelsen af den optrædende varietet i de övrige fald ikke ansees for aldeles sikker.

Den SiO_2-rigeste slag, hvori jeg selv med fuld sikkerhed har havt anledning til at paavise typisk, egentlig melilith, har surstofforhold 1 : 1.14 (og 10.70 % Al_2O_3). — Af vore iagttagelser maa det være berettiget at slutte, at det nye, tetragonale mineral (antagelig bestandig) krystalliserer ud i smeltemasser af surhedsgrad mellem ca. 1 : 1.30 og ca. 1 : 1.50 (naar Al_2O_3-gehalten er ringe, i höjden ca. 8 %); i de noget mere basiske og nogenlunde Al_2O_3-förende konstitueres den normale melilith. — Hvilken underafdeling der dannes i samtidig saavel relativt SiO_2-rige som Al_3O_3-rige smeltemasser, kan endnu ikke afgjöres.

Gehlenit hörer kun hjemme i de baade stærkt basiske og stærkt Al_2O_3-rige smeltemasser; er surstofforholdet over ca. 1 : 0.80 og Al_2O_3-gehalten samtidig under ca. 15—20 %, krystalliserer egentlig melilith ud.

Allerede flygtigt blik paa de foreliggende analyser viser, at pyroxen-mineralerne med det hexagonale kalksilikat kun danner sig i de relativt kiselsyre-rige smeltemasser, medens derimod olivin og de forskjellige slags melilith-mineraler kun optræder i de relativt basiske. Ogsaa her kan — naar vi, som tidligere, kun holder os til de forbindelser, som har krystalliseret ud först (eller alene) — trækkes op temmelig skarpe grænser mellem de sammensætninger, hvori de forskjellige slags forbindelser konstitueres[1]).

Af analyserne kan aflæses, at det er det rent mathematiske forhold mellem summen af baserne (reduceret til chemisk valens) paa den ene side mod kiselsyren paa den anden, som

[1]) Naar vi ikke tager hensyn til den kun yderst sjelden optrædende glimmer.

spiller den principielle rolle i den her omhandlede henseende; vi maa derfor beholde det i mineralogien og petrografien vistnok efter de flestes anskuelser forældede, men i metallurgien fuldt berettigede begreb »surstofforhold« [1]).

De i dette arbejde opförte analyser af augit-slagger viser fölgende surstofforhold:

1 : 2.49, 2.42, 2.38, 2.27, 2.21, 2.20, 2.18, 2.17, 2.12, 2.12, 2.12, 2.10, 1.98, 1.97, 1.94, 1.94, 1.93, 1.89, 1.88, 1.85, 1.80, 1.78, 1.78, 1.77, 1.76, 1.73, 1.72, 1.71, 1.71, 1.69, 1.65, 1.57, 1.56 og 1.54.

De to wollastonit-slagger, de to rhodonit-slagger samt enstatit-slaggen fra Svartnæs förer:

1 : 2.28, 2.10 — 1.94, 1.65 — 1 92,

Hertil kommer de fire pyroxen-slagger fra Fahlun, med:

1 : 1.78, 1.77, 1.68 og 1.51 [2]).

Hexagonal-slaggerne förer:

1 : 2.67(?), 2.19 & 1.97, 1.96, 1.92, 1.73, 1.68, 1.64, 1.58, 1.53. 1.53, 1.441 og 1.426.

Paa den anden side holder vore olivin-slagger[3]):

1 : 1.55, 1.50, 1.47, 1.43, 1.36, 1.36, 1.34, 1.33, 1.32, 1.31, 1.25, 1.23, 1.21, 1.20, 1.14, 1.11, 1.08, 0.93, 0.76, 0.72 og derunder (se under færskslag).

De af vore slagger, hvori med sikkerhed er paavist et tetragonalt mineral, har surstofforhold:

1 : 1.48, 1.48, 1.47, 1.46, 1.435, 1.42, 1.38, 1.37, 1.36, 1.32, 1.28, 1.27, 1.23, 1.22, 1.21, 1.20, 1.18, 1.18, 1.16, 1.14, 1.12, 1.12, 1.11, 1.10, 1.08, 1.08, 1.05, 1.05, 1.04, 1.03, 1.03, 1.01, 0.99, 0.98, 0.95, 0.94, 0.91, 0.89, 0.79, 0.72, 0.71, 0.71 og 0.62.

Af denne oversigt, som indeholder resultaterne af ikke mindre end 119 kvantitative analyser, fremgaar, at den chemiske grænse mellem pyroxen-slaggerne paa den ene side og olivin- & melilith-slaggerne paa den anden ligger ved surstofforhold ca. 1 : 1.50—1.55, og at grænsen mellem hexagonal- og melilith-slaggerne ligger ved ca. 1 : 1.40—1 : 1.45. — Herom er dog at bemærke, at vi aldeles savner relativt basiske og MgO-

---

[1]) Om beregningen af dette se i afsnittet om lerjordens optræden i slagger.

[2]) Naar lidt $RO . R_2O_3$ fraregnes, saaledes som det her egentlig burde gjöres, blir surstofforholdet for disse slaggers vedkommende lidt större end angivet.

[3]) Stivslag fra Kongsberg (efter de forskjellige analyser med surstofforhold 1 : 1.69, 1.65, 1.55, 1.47 og 1.39, se Norsk teknisk tidsskrift, 1883) medtages ikke, da bestemmelsen af silikat-mineralet ikke er ganske sikker.

rige pyroxen-slagger, saa grænsen mellem de stærkt MgO-rige olivin-slagger paa den ene side og enstatit- med MgO-rige-augit-slagger paa den anden ikke kan angives med nöjagtighed.

For at faa adgang til at levere mere detaillerede oplysninger skal vi gjennemgaa en enkelte mineral-grupper hver for sig.

De SiO_2-rigeste af vore tetragonal-slagger karakteriseres ved surstofforhold 1 : 1.48, 1.48, 1.47, 1.46, 1.435 og 1.42; hertil kan föjes, at jeg netop har havt anledning til at foretage mikroskopisk undersögelse af nogle (3) smelteprodukter, af surstofforhold nöjagtig 1 : 1.50, (med resp. 2.0, ca. 2.2 og ca. 2.4 dele CaO : 1 RO, uden Al_2O_3), fremstillede af professor R. ÅKERMAN[1]); ogsaa i disse er fundet et tetragonalt mineral (som i enhver henseende er identisk med vort nye led, se tillægget, pag. 291—292). Vi faar altsaa tetragonale slagger indtil ved surstofforhold, som fölgende oversigt viser:

Surstofforhold	1.50	1.50	1.50	1.48	1.48	1.47	1.46	o. s. v.
% Al_2O_3	0.0	0.0	0.0	4.57	6.58	4.96	6.92.	

Paa den anden side karakteriseres de mest basiske af de af vore augit-slagger, som har samme forhold mellem CaO og MgO som tetragonal-slaggerne, ved:

Surstofforhold..........	1.53[2])	1.54	1.56	1.57
% Al_2O_3	ca. 5	5.48	5.80	5.01.

Som resultat erholdes, at grænsen mellem de smeltemasser, hvoraf augit paa den ene side og tetragonal-mineralerne paa den anden krystalliserer ud (först eller alene), ligger ved surstofforhold mellem ca. 1 : 1.50 og ca. 1 : 1.53; disse værdier gjælder for en hvilkensomhelst Al_2O_3-gehalt mellem 0 og ca. 8 %[3]), og (ifölge oversigtstabellen) for hvilketsomhelst muligt forhold mellem CaO og RO (naar RO betyder MgO med kun temmelig lidet MnO og FeO).

De SiO_2-rigeste af vore olivin-slagger holder:

Surstofforhold......	1.55	1.50	1.47	1.45	1.43
% Al_2O_3..............	5.74	7.75	3.40	2.40	4.36.

---

[1]) ÅKERMANS experiment no. 39, 163 og 160. — Det tetragonale mineral (som *ikke* kan holde Al_2O_3, da smeltemassen var ganske lerjordsfri) optræder i alle tre fald i rigelig mængde, udgjörende mindst ca. 75 % af den hele masse; hist og her sees lidt tvivlsom augit, som no. 2 udkrystalliseret, mellem det tetragonale minerals stænger.

[2]) Augit-slag fra Bångbro, 1884 (analyseret af DR. A. TAMM, ikke publiceret her).

[3]) Rimeligvis ogsaa for större gehalter.

Om disse er at bemærke, at den förstnævnte udmærker sig ved særdeles stor MgO-gehalt (7.27 RO : 2.73 CaO); de övrige derimod tilhörer i det hele og store vore mest CaO-rige olivin-slagger (med ca. 5.5 RO : 4.5 CaO).

Til disposition af nogenlunde basiske augit-slagger, der förer saa meget MgO (sammen med MnO[1]) og FeO) i forhold til CaO, at olivin vilde være bleven konstitueret i end mere basiske smeltemasser, staar fölgende:

No. 13—15, med surstofforhold 1 : 1.73, 1.76 og 1.77, med 3.83—6.45 % Al_2O_3 og med 0.52—0.57 RO : 0.48—0.43 CaO.

No. 162 og 166, med 1 : 1.71 og 1.71, 3.44—8.54 % Al_2O_3 og 0.53—0.61 RO : 0.47—0.39 CaO.

No. 163, med 1 : 1.65, 4.11 % Al_2O_3, 0.56 RO—0.44 CaO.

No. 180, med 1 : 1.57, 5.01 % Al_2O_3, 0.51 RO : 0.49 CaO (naar der ikke tages hensyn til alk.).

Hertil kommer enstatit-slag fra Svartnæs, med surstofforhold 1 : 1.92, med 5.30 % Al_2O_3, 0.74 RO : 0.26 CaO.

Af denne oversigt maa det være berettiget at slutte, at olivin altid krystalliserer ud, ved normal afkjöling og i tilstrækkelig MgO-rige smeltemasser, naar surstofforholdet er i max. 1 : 1.50; grænsen flyttes til i alle fald 1 : 1.55, naar der er særdeles meget MgO tilstede. — Paa den anden side danner pyroxen sig altid ved surstofforh. i min. ca. 1 : 1.65, naar der er tilstede ca. 0.50—0.60 RO : 0.50—0.40 RO; det er mulig, at grænsen flyttes lidt opad i endnu mere MgO-rige smeltemasser.

Af de to analyser no. 65 og 67 fremgaar — hvis de chemiske bestemmelser kan tillægges fuld tiltro —, at det hexagonale kalksilikat kan konstitueres i lidt mere basiske smeltemasser, nemlig ned til surstofforhold 1 : 1.441 og 1.426, end tilfældet er med pyroxen-mineralerne. Vi vil gjöre opmærksom paa, at den sureste af vore tetragonal-slagger, der har samme forhold mellem RO og CaO som hexagonal-slaggerne, viser surstofforhold 1 : 1.424; de mere SiO_2-rige tetragonal-slagger förer samtlige saa meget RO, at det hexagonale kalksilikat ikke kunde blive konstitueret (cfr. oversigtstabellen).

---

[1]) Paa oversigtstabellen er (af hensyn til forholdet mellem augit og enstatit) i de hidhörende slagger MnO regnet i forbindelse med CaO, ikke med MgO.

Af slagger, hvori der *samtidig* (nöjagtig eller tilnærmelsesvis) har krystalliseret ud forskjellige slags mineraler, staar kun yderst faa til disposition; de ligger alle i chemisk henseende netop paa grænsen mellem de sammensætninger, hvor de resp. enkelte mineraler er eneherskende (cfr. oversigtstabellen). — Af hidhörende slagger kjendes hidtil kun fölgende:

No. 20, med 20.11 % MnO mod 16.79 % CaO, 7.27 % MgO, o.s.v., hvori der har dannet sig augit og rhodonit (se pag. 34—36).

No. 60, med 0.45 RO : 0.55 CaO, med kun 3.5 % Al_2O_3, förende olivin og melilith (se pag. 120—121).

Slag fra Sandviken, 1884, chemisk sammensætning ikke bestemt, med augit og det nye, tetragonale mineral (se pag. 131—133).

Da afkjölingen af slaggerne altid, under normale forholde, foregaar meget hurtig, har der i regelen ikke været tid til dannelse af forskjellige slags silikat-mineraler *efter* hinanden; produkter, analoge med de eruptive bergarter, erholdes altsaa ikke[1]). I regelen viser slaggerne sig kun at indeholde et enkelt silikat-mineral; hist og her har der dannet sig et mineral no. 2, men hertil er ogsaa krystallisations-serien bleven indskrænket.

Som typus paa de sidstnævnte slags produkter vil vi vælge slag no. 19 (med surstofforhold 1 : 1.65, 36.83 % MnO). — Her har, som det efter de chemiske forholde maatte ventes, först krystalliseret ud rhodonit; i mikroskopisk præparat afgjöres, at dette mineral udgjör ca. $\frac{2}{3}$ af den hele masse. Eftersom bisilikatet udsondres, blir det resterende mere og mere basisk; tilslut faar vi en »moderlud» med surstofforhold ca. 1 : 1.15 og med meget store mængder af FeO, desuden noget MnO, lidt Al_2O_3 og spor af CaO og MgO. Under disse betingelser kan ikke længere rhodonit konstitueres; derimod maa vi, i henhold til de tidligere iagttagelser, ubetinget vente, at fayalit nu skal begynde at danne sig. I virkeligheden finder vi, at der, paavoxet rhodonit-tavlerne, sidder et mineral no. 2, som efter udslukningsforholde, interferensfarver, habitus og begrænsende krystalflader[2]) maa holdes for fayalit (altsaa et olivin-mineral)[3]).

---

[1]) F. FOUQUÉ & M. LÉVY har som bekjendt fremstillet artificielle »bergarter», svarende til basalt m. m.

[2]) Som i alle fald hist og her kan iagttages.

[3]) I foreliggende fald maa altsaa det *mere basiske* mineral (singulosilikatet olivin) være dannet *efter* det relativt kiselsyre-rige (bisilikatet rhodonit).

De slagger, hvori der har krystalliseret to mineraler, det ene efter det andet, ligger ogsaa i chemisk henseende nær ved de tidligere omhandlede grænser mellem de forskjellige mineral-grupper; grunden hertil er let at fatte.

Om den chemiske sammensætning og de fysiske forholde, hvorpaa dannelsen af glimmer beror, kan kun leveres meget faa oplysninger (se pag. 42—45). Derimod har vi nogenlunde detailleret kunnet udrede de betingelser, som er nödvendige for dannelsen af spinel med magnetit, dels ogsaa övrige RO. R_2O_3-forbindelser (se pag. 153—165).

For rent grafisk at anskueliggjöre det raaderum i chemisk henseende, inden hvilket de enkelte slag-mineraler (med MgO, FeO eller CaO som karakteriserende base) konstitueres, er paa fig. 36 (»oversigtstabellen») afsat de i dette arbejde meddelte analyser af slagger, förende augit, wollastonit, enstatit, (rhodonit), olivin med fayalit o. s. v., hexagonalt kalksilikat, de tre tetragonale mineraler og spinel; til glimmer-slaggerne har vi ikke kunnet tage noget hensyn. — Paa ordinat-axen er afsat surstofforholdet[1]), paa abscisse-axen proportionen mellem CaO og MgO (reduceret til chemisk valens). Det sidste er udfört paa den maade, at der er indtegnet, med lige store intervaller, forholdene

1.0 CaO : 0.0 MgO (længst tilvenstre) 0.9 CaO : 0.1 MgO 0.8 CaO : 0.2 MgO ....

Da FeO bidrager, paa nöjagtig samme maade som MgO, til at danne saavel olivin som rhombisk pyroxen, medens den modarbejder dannelsen af melilith-minetalerne, wollastonit, augit o. s. v., er FeO overalt uden videre adderet sammen med MgO[2])

---

[1]) Af hensyn til pladsen er tabellen afskaaret ved surstofforhold 1 : 2.70; emaljslagger fortsætter i alle fald indtil ca. 1 : 3.50. — Al_2O_3 er overalt i sin helhed medregnet som base, ogsaa der, hvor der er paavist spinel; herved opnaar vi grafisk at kunne anskueliggjöre de chemiske betingelser, hvoraf spinel-dannelsen afhænger.

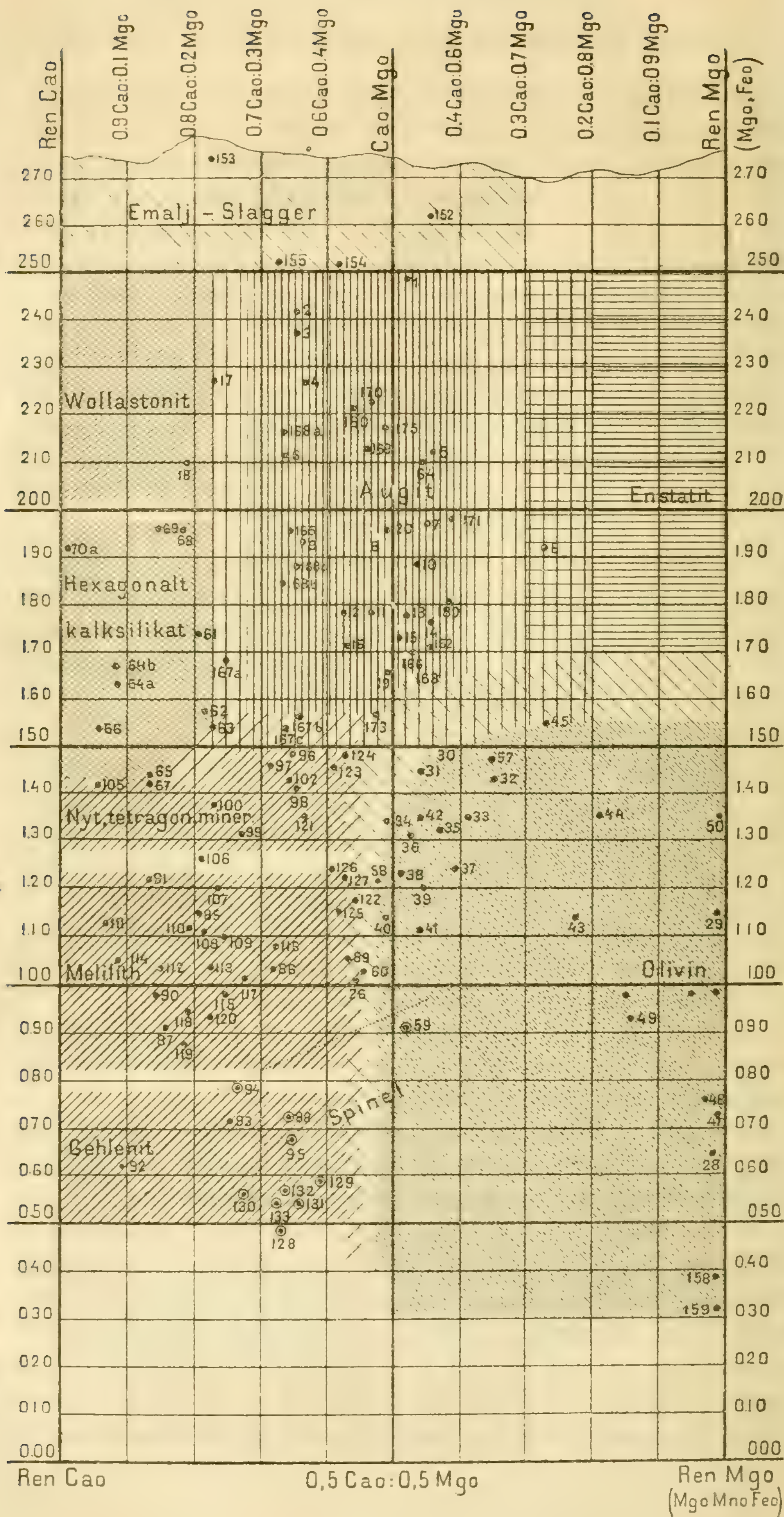
[2]) FeO spiller kun en fremtrædende rolle i fayalit-slaggerne (no. 158, 159, 28, 46—50), som samtlige ligger i nærheden af »ren MgO». — Til de FeO-rige pyroxen-slagger no. 176, a—d, er ikke taget hensyn, da vi ikke med absolut sikkerhed kjender deres krystalsystem.

(efter reduktion til chemisk valens). MnO er, af tilsvarende grunde, i slagger med surstofforhold under 1 : 1.50 slaaet sammen med MgO og FeO; ved slagger, förende augit, enstatit, wollastonit og det hexagonale kalksilikat, derimod er MnO, som altid kun er tilstede i meget ringe mængde, i de analyser, som indeholder mere MgO & FeO end CaO, adderet sammen med CaO, medens den i de, som indeholder mere CaO end MgO & FeO, er slaaet sammen med de sidste. Grunden hertil er, at i förstnævnte fald modarbejder MnO dannelsen af enstatit, i sidstnævnte derimod af wollastonit, medens den begge steder fremmer dannelsen af augit. — Det raaderum, hvor rhodonit konstitueres, kan ikke gjengives grafisk paa vor oversigtstabel. Det eneste hensyn, som derfor er taget til analyse no. 19 og 20, bestaar i, at surstofforholdet er projiceret ind paa linjen 0.5 CaO : 0.5 MgO. — Mulig forhaanden-værende alkali er i singulosilikat-slaggerne altid adderet sammen med CaO, idet Na_2O (og K_2O) formodes, om end neppe i fuldt saa stærk grad som CaO, at bidrage til dannelsen af melilith-mineralerne; vore bisilikat-slagger indeholder aldrig nogen nævneværdig alkali-gehalt.

Exempel paa beregningsmaaden: — Analyse no. 87 holder 18.30 surstof i SiO_2, 5.64 i Al_2O_3 og 14.52 i RO-baserne tilsammen, surstofforhold altsaa 1 : 0.91; reduceret til chemisk valens erholdes proportionen (12.05 CaO + 0.34 K_2O & Na_2O) : (1.13 MgO + 0.94 FeO + 0.06 FeO) eller 0.85 CaO (med alk.) : 0.15 RO. Analysen indtegnes fölgelig lidt over surhedsgrad 1 : 0.90 (i ordinat-retningen) og midt mellem 0.8 CaO : 0.2 MgO og 0.9 CaO : 0.1 MgO (i abscisse-retningen).

Nummerne paa tabellen henviser til analyserne. — De slagger, hvori er paavist spinel, er anmærkede ved punkt med ring om.

De partier, inden hvilke det, i henhold til analyserne, kan sluttes, at et enkelt af de forskjellige mineraler altid konstitueres, er betegnede ved schraffering (mörk eller dobbelt), en for hvert slags mineral. De mellemrum, hvor grænsen ikke er sikkert bestemt, er betegnede ved enkelt (eller tynd) schraffering, se tabellen; hvor der samtidig formentlig kan konstitueres flere mineraler, krydser schrafferings-linjerne fra de enkelte felter over hverandre. — Alle de tetragonale mineraler angives ved en fælles schraffering; for at fremhæve den approximativt rigtige inddeling i grupper efter surheds-



Ren Cao
0.9 Cao:0.1 Mgo
0.8 Cao:0.2 Mgo
0.7 Cao:0.3 Mgo
0.6 Cao:0.4 Mgo
Cao:Mgo
0.4 Cao:0.6 Mgo
0.3 Cao:0.7 Mgo
0.2 Cao:0.8 Mgo
0.1 Cao:0.9 Mgo
Ren Mgo
(Mgo, Feo)
Emalj - Slagger
Wollastonit
Augit
Enstatit
Hexagonalt kalksilikat
Nyt tetragon miner
Melilith
Olivin
Spinel
Gehlenit
Ren Cao
0,5 Cao:0,5 Mgo
Ren Mgo
(Mgo Mno Feo)

Til tabellen: No. 30 er afsat med surhedsgrad 1 : 1.18 istedenfor med 1 : 1.50. — Tallene 47 og 48 skulde paa tabellen ombyttes med resp. 46 og 47. — No. 60 er afsat med surhedsgrad 1 : 1.03 istedenfor med 1 : 1.08. — I det hexagonale kalksilikats omraade er no. 70 b og 71, med forsæt, ikke indtegnede — No. 101, 103 og 104 er med forsæt ikke indtegnede, da bestemmelserne ikke ansees ganske sikre. — No. 172 a—c, 176 a—d og 177 er med forsæt ikke afsatte.

Nyt, tetragon. miner. er forkortning for Nyt, tetragonalt mineral.

---

graden er der gjort aabne mellemrum ved surstofforhold ca. 1 : 0.80 og ca. 1 : 1.25. — Mellem det hexagonale kalksilikat og wollastonit er der draget grænse ved surstofforhold 1 : 2.00; dette er noget vilkaarligt. De övrige grænser derimod er nogenlunde sikre, da de er baserede paa en mængde iagttagelser. — Til disposition staar, som tidligere omtalt, flere (tilsammen 3—4) enstatit-slagger, men kun af en enkelt[1]) foreligger analyse; bestemmelsen af det raaderum, hvor enstatit konstitueres, er fölgelig mere begrundet, end det synes at fremgaa af tabellen.

Lidt under surstofforhold 1 : 1.00 er afsat en linje (punkteret), som grafisk skal angive, at under samme dannes spinel (naar smeltemasserne holder tilstækkelig meget Al_2O_3). Linjen er tegnet paa skraa (se tabellen), idet spinel konstitueres i nogenlunde MgO-rige smeltemasser ved relativt större SiO_2-gehalt end i MgO-fattige.

Praktisk anvendelse i metallurgien.

Et detailleret studium af slaggernes sammensætning kan afgive flere interessante og nyttige oplysninger for den praktiske metallurgi: for det förste kan herved, som i det foregaaende ved mange anledninger er paavist, erholdes et mere indtrængende kjendskab til affinitets-forholdene hos de ordinære smeltemasser og til den maade, hvorpaa de enkelte bestanddele er forbundne med hinanden[2]); dernæst kan man lære af slaggernes struktur og de optrædende mineraler at gjöre tilbagegaaende slutninger angaaende smeltemassens chemiske sammensætning i sin helhed, saa de kvantitative analyser delvis

---

[1]) Paa tabellen angivet ved »E».

[2]) Dette kan specielt være af nytte, naar slagger skal omsmeltes. Exempelvis anföres, at færskslagger og andre FeO- & R_2O_3-förende slagger maa være mere letreducerbare, end man i alm. forestiller sig. — Undersögelse over kobbergehalten i slagger udsættes til senere.

kan erstattes. Vi har nemlig seet, at mineral-dannelsen principielt afhænger af chemiske love, som kun inden meget snevre grænser modificeres ved de variationer i de fysiske forholde, som er mulige ved de hidhörende metallurgiske processer i sin almindelighed. Ved hjælp af strukturen og de optrædende mineraler kan man vistnok ikke faa angivet slaggernes sammensætning med detaillerede procenttal; man kan kun erholde approximative oplysninger, hvilke dog for det praktiske behov ofte kan være tilstrækkelige.

Som bekjendt spiller slaggernes chemiske sammensætning en ren dominerende rolle ved mange metallurgiske processer (f. ex. ved masovnsdriften); det er derfor i praxis jævnlig af direkte ökonomisk interesse at faa nöjagtig besked paa sammensætningen (f. ex. ved fuldstændig kvantitativ analyse). For til en vis grad at kunne hjælpe sig ved det daglige behov har man en hel del ydre kjendemærker paa slaggerne (f. ex. om smeltemassen flyder tyndt eller seigt, om slaggen stivner hurtigt eller langsomt, om overfladeglasset er tykt eller tyndt eller om det aldeles mangler); disse mærker er dog temmelig svævende og lidet nöjagtige, og endvidere giver de i regelen kun oplysning om slaggens surhedsgrad og ikke tillige om forholdet mellem de enkelte baser [1]). — Det er ikke min mening, at bestemmelser ved de i slaggerne dannede mineraler, — naar det indbyrdes forhold mellem disse i chemisk henseende blir tilstrækkelig udredet —, skal kunne gjöre de kvantitative analyser ganske overflödige, tvertom, paa den nys angivne maade kan kun erholdes visse approximative grænseværdier for kiselsyren og de forskjellige baser; alene ved de processer, hvor slaggen netop ligger ved en grænsestilling, kan man faa nogenlunde fornöden detailleret besked. - Skal methoden kunne anvendes i praxis, maa den förste betingelse være, at de forskjellige slagger med tilhörende krystaller har et typisk udseende, letkjendelig endog for dem, som ikke har spor af kjendskab til krystallografi [2]); ved at gjennemgaa de enkelte slag-varieteter skal vi paavise, at alle rimelige fordringer til et typisk udseende tilfredsstilles, i alle fald for masovnsslaggernes vedkommende; forelöbig holder vi os kun til disse.

[1]) Mangan- og titanrige masovnsslagger kjendes delvis paa farven.

[2]) Skal man ty til mikroskopiske præparater, blir undersögelsen altfor besværlig, kræver desuden for store forkundskaber.

Frit udviklede krystaller er, naar vi ikke tager hensyn til stærkt lerjordsrige smelteprodukter, overmaade vanlige i slagger [1]). — Jeg har selv mange gange havt anledning til at overbevise mig om, at ved masovne, hvor der produceres augit-, olivin- eller melilith-slagger, kan man paa slag-varpene i et öjeblik finde en utallig mængde krystaller, ja, mange steder sidder der tydelige, karakteristiske krystaller i hver eneste slagsten [2]). Hvorledes det i den her omhandlede henseende forholder sig med enstatit, wollastonit og det hexagonale kalksilikat, kan jeg ikke give sikker oplysning om; det sidstnævnte mineral maa, saavidt det kan dömmes efter literaturen og samlinger ved forskjellige bergakademier, rimeligvis med stor lethed kunne danne store krystaller, noget, som antagelig ikke er tilfælde med enstatit og wollastonit. — Den praktiske undersögelse simplificeres i höj grad derved, at hvert enkelt af de forskjellige arter slag-mineraler altid er udviklet efter en eneste type eller efter flere, hinanden meget nærstaaende. For at godtgjöre dette skal vi minde om: Saavel i metallurgiske samlinger som ved bessemer-værk har jeg havt anledning til at se store mængder af rhodonit-krystaller, hvilke samtlige, uden undtagelse, har været udviklede nöjagtig paa samme maade [3]) (nemlig som fig. 14). De forskjellige, i slagger optrædende olivin-mineraler, er altid begrænsede af $\infty \breve{P} \infty$, $2\breve{P}\infty$, ∞P, sjelden desuden af andre flader; krystallerne er næsten uden undtagelse tavleformige efter $\infty \breve{P} \infty$. Den egentlige melilith er altid begrænset af $OP . \infty P \infty$, hyppig desuden af ∞P, yderst sjelden desuden af andre flader; krystallerne er oftest kort-söjleformige; det nye, tetragonale silikat synes altid at være rent tavleformig, med $OP . \infty P \infty$, hyppig desuden med ∞P. Det hexagonale kalksilikat er altid begrænset af $OP . \infty P$, sjelden desuden af andre flader; det er oftest kort-söjleformig. Augit i slagger er altid lang-söjleformig efter c-axen; mineralet optræder i flere, hinanden meget nærstaaende typer (se fig. 1—4).

Allerede af strukturen og udseendet kan man, naar frie krystaller fattes, jævnlig bestemme, hvad slags mineral der

---

[1]) De dannes med særlig lethed, naar man med forsæt afkjöler lidt langsommere end vanligt er, f. ex. ved at stille en del slagstene sammen i gruppe.

[2]) Efter min erfaring er rhodonit og fayalit de slag-mineraler, som med störst lethed konstitueres i store (1—2 cm. lange) krystaller; disse to optræder aldrig i ordinære masovnsslagger.

[3]) De ser ud som tynde, spidse og skjærende skarpe, knivsblad-lignende dannelser (oftest 1—2 cm. lange), som er meget lette at kjende.

har dannet sig. — Augit-, muligens ogsaa enstatit-slagger er i regelen eller altid temmelig grovkrystallinske, bestaaende af en hel del, hyppig 1—2 cm. lange individer, der i den zone, hvor afkjölingen har foregaaet relativt hurtig, næsten altid er anordnede med længderetningen (c-axen) normalt paa afkjölings-overfladen. — Wollastonit-slagger bestaar af tynde, lange blade, som langs kanterne er nogenlunde parallelt grupperede, med længderetning lodret paa overfladen. — Slagger, förende MgO-olivin, er altid finkrystallinske, med en mængde smaa individer; der er næsten altid tilstede en hel del fine druserum (fremkaldte ved kontraktion), hvori gjerne sidder smaa olivin-tavler. Overfladeglasset hos olivin-slaggerne er sjelden ganske klart og gjennemsigtigt (som ved augit-slaggerne), begrundet i udsondring af en hel del fine olivin-mikrolither.

For sikkerheds skyld skal vi gjennemgaa et par exempler paa tilfælder, hvor man paa en rationel maade kan benytte de udkrystalliserede mineraler som ledetraad ved driften.

Ved de svenske masovne önsker man, naar der blæses lancashire-rujern, at holde slaggen omtrent ved bisilikat ɔ: man skal altid have pyroxen-krystaller (muligens desuden lejlighedsvis hexagonale krystaller) i slaggen; denne maa paa den ene side ikke antage emaljstruktur (thi da er surstofforholdet 1 : 2.50 eller derover), paa den anden side maa olivin eller melilith-mineraler ikke vise sig (thi da er surstofforholdet sunket ned til ca. 1 : 1.55). Naar bessemer-rujern produceres (ved svenske masovne), vil man i alm. holde sin slag midt mellem bi- og singulo-silikat ɔ: omtrent ved grænsen mellem pyroxen-grupperne med det hexagonale kalksilikat paa den ene side og olivin- og melilith-grupperne paa den anden. Specielt ved dette stadium i basisitets-grad kan man have stor nytte af bestemmelse ved de udkrystalliserede mineraler. Vi har allerede omtalt et tilfælde, hvor vi har gjort temmelig vidtrækkende slutninger af mineralerne: i slag fra Sandviken, 1884 (se pag. 131—132) optræder samtidig i samme stuf krystaller af saavel augit som af det nye, tetragonale silikat; heraf sluttes for det förste, at surstofforholdet temmelig nöje maa ligge ved 1 : 1.50—1 : 1.55, og dernæst, at forholdet mellem CaO og MgO maa ligge inden grænserne ca. 1.25 CaO : 1 MgO og ca. 4 CaO : 1 MgO; Al_2O_3-gehalten kan ikke være over ca. 12 %, thi ellers vilde slaggen blive glasagtig. — Det ligger i sagens natur, at ved samme masovn varierer slaggens sam-

mensætning lidt fra dag til dag, selv om malmene og beskiknings-forholdene er konstante; ved de slagger, som ligger ved ca. 1.5-silikat, vil man under en periode erholde augit, under en anden olivin eller melilith, under en tredie det hexagonale kalksilikat og under en fjerde kanske samtidig i samme stuf flere af de nævnte mineraler; paa denne maade faar man adgang til daglig paa en meget letvindt maade at kontrollere gangen.

End mere interesse end paa det nuværende stadium vil de hidhörende undersögelser kunne afgive, naar de blir mere systematisk udförte, saa kjendskaben til de chemiske principer, som er de dominerende ved mineral-dannelsen, udvides, og naar man samtidig faar oversigt over det afhængigheds-forhold, hvori slaggernes smeltbarhed staar til den chemiske sammensætning. Man vil utvivlsomt i tidernes löb faa bestemt, hvilke mineraler man bör holde i sine slagger, naar man vil have en letsmeltelig beskikning, medens man paa den anden side kan faa oplysning om, hvilke mineraler man bör se at undgaa [1]).

Negative resultater.

Hornblende-mineraler dannes aldrig ved normal smeltning. — Hverken ved de direkte synthetiske experimenter eller ved undersögelse over slagger og lignende produkter har man nogensinde med sikkerhed paavist hornblende, dannet ved smeltning [2]). Som bekjendt erholdes augit, naar hornblende omsmeltes. — I analogi hermed finder vi, at augit (med enstatit) i mineralriget fortrinsvis hörer hjemme i de eruptive bergarter, amphibolerne derimod fortrinsvis i de sedimentære.

---

[1]) I denne forbindelse henvises til, at de i dette arbejde erholdte resultater bör sammenholdes med de detaillerede oplysninger om slaggernes smeltbarheds-forholde, som professor R. ÅKERMAN snarlig kommer til at publicere i Jernkontorets Annaler.

[2]) Saavel A. GURLT som K. C. v. LEONHARD (i resp. Uebers. d. pyrogen. künstl. Min., 1857, og Hüttenerz., 1858 — hvorfra angivelserne uden videre er vandrede over i C. W. C. FUCHS Die künstl. dargestellt. Miner., 1872) omtaler hornblende som optrædende nogenlunde hyppig i slagger, men af beskrivelserne fremgaar, at diagnosen neppe nogensinde kan have været rigtig; der tales flere steder f. ex. om hornblende med »augit-vinkel 87° 6'» eller med »augit-lignende pyramide». — A. GURLT opförer under hornblende bl. a. augit-slag fra Olsberg (analyse no. 168, a—c, i dette arbejde), ja, endog de af Dr. SCHNABEL undersögte hexagonale slagger (no. 64, a og b). — F. FOUQUÉ et M. LÉVY optager ikke hornblende i oversigten over de paa kunstig vej dannede mineraler.

I slagger er hidtil aldrig fundet nogen repræsentant af *feldspath-familien*[1]). — Ifölge temmelig omfattende experimenter, udförte af franske mineral-synthetikere, kan de forskjellige feldspath-mineraler konstitueres ved smeltning, CaO-feldspathen meget let, de rene alkali-feldspather, navnlig orthoklas, kun vanskelig (ɔ: under gunstige forholde). Det vil derfor ved förste öjekast rimeligvis synes at være paafaldende, at vi i slagger aldrig finder nogen slags feldspath; ved nöjere undersögelse viser det sig dog, at kun lidet omfattende slutninger kan bygges paa det erholdte negative resultat. — Ordinære slagger indeholder aldrig store mængder af alkali; orthoklas, albit og övrige, nogenlunde alkali- og SiO_2-rige feldspather kunde derfor gjerne i og for sig konstitueres med ligesaa stor lethed som f. ex. olivin eller augit, uden at vi nogensinde vilde antræffe dem i slagger. Den eneste slags feldspath, som fölgelig af de i praxis foreliggende, rent chemiske grunde skulde kunne antages at optræde, maatte være anorthit, muligens desuden labrador eller mellemled mellem denne og anorthit.

For oversigtens skyld hidsætter vi, efter TSCHERMAKS tabel, sammensætningen af nogle stærkt basiske feldspather:

Albit: anorthit.	2 : 3	1 : 4	0 : 1.
SiO_2	52.9	47.9	43.0.
Al_2O_3	30.3	33.6	36.9.
CaO	12.3	16.3	20.1.
Na_2O	4.5	2.2	—

Kun yderst sjelden anvendes i praxis i den grad Al_2O_3-rige slagger, som ovenstaaende analyser udviser; specielt kan bemærkes, at det næsten udelukkende er smeltemasser med basisitet lig eller under singulosilikat, som förer saa meget som 25—30 % Al_2O_3.

[1]) Derimod er feldspath gjentagne gange fundet kunstig dannet i stelvægge og lign.

De udmærket vakre fund af *orthoklas* (omtrent ren kali-orthoklas) i stelvægge i skaktovne (til kobbersmeltning) ved Sangershausen vakte i den förste halvdel af aarhundredet megen opsigt (orthoklasen blev dannet ved en sublimations-proces; ifölge privat meddelelse af hyttemænd i Mansfelder-distriktet, hvortil Sangershausen hörer, blev orthoklasen kun fundet, saalænge flusspath anvendtes som beskikningsmiddel, og saalænge trækul brugtes som brændmaterial, hvoraf fremgaar, at orthoklasens kali rimeligvis skyldtes trækuls-asken, og at Fl rimeligvis spillede rolle som »agent minéralisateur»; se forövrigt den meget righoldige literatur). — Ifölge F. FOUQUÉ et M. LÉVY er anorthit flere gange truffet som tilfældig dannelse i smelteovne og lign. (men ikke i slagger).

De eneste af vore analyser, hvori paa forhaand en feldspath, nemlig anorthit, kunde formodes, maatte være no. 89—90 og no. 92—95 (med surstofforhold resp. 1 : 1.05—0.98 og 1 : 0.79—0.62 og med resp. 29.31—24.12 og 27.81—22.32 % Al_2O_3), men ikke noget sted optræder det nævnte mineral, derimod overalt melilith eller gehlenit. — Det faktum, at et overskud af lerjord i sin almindelighed modarbejder krystallisationen i slagger, leder tanken hen paa, at stærkt lerjordsrige silikater overhovedet ikke konstitueres uden ved langsom afkjöling; dette maatte da være grunden til, at der i foreliggende slagger ikke noget sted har dannet sig anorthit (eller noget andet feldspath-mineral). Under enhver omstændighed maa kunne sluttes, at anorthit ikke konstitueres med fuldt saa stor lethed som melilith ɔ: at anorthit kræver længere tid til sin dannelse, eller at det er mere ömfintligt lige over for tilblanding i matrixen af bestanddele, som ikke egentlig hörer hjemme i mineralets sammensætning. Af hensyn til det sidste moment vil vi specielt henlede opmærksomheden paa, at melilith kan optage i sig en temmelig betydelig MgO-gehalt, noget, som ikke er tilfælde med feldspatherne.

Heller ikke mejonit (med ca. 41.9 % SiO_2, 31.9 % Al_2O_3 og 26.2 % CaO) eller andre led af den *egentlige skapolith-række* optræder i slagger, antagelig af samme grunde som de, vi nys gjennemgik for anorthitens vedkommende [1]).

Ikke noget sted har vi i slagger paavist tilstedeværelse af fri syre (nemlig hverken SiO_2, kvarts & tridymit, eller TiO_2, rutil & anatas), heller ikke af fri sesquioxyder (Al_2O_3, korund, eller Fe_2O_3, jernglans) eller af frit svovl og lign. — I denne forbindelse vil vi minde om, at i færskslaggerne existerer en hel del jernoxydul (nemlig overskuddet over singulosilikatet og magnetiten) fri som saadan.

Oversigt over krystallisations-processerne ved hurtig afkjöling i silikat-smeltemasser.

Medens de i de naturlige eruptiver optrædende mineraler næsten gjennemgaaende udmærker sig ved en regelmæssig, skiktvis opbygning, karakteriseres slag-mineralerne i alm. ved

---

[1]) De egentlige skapolither er söjleformige, har levende interferensfarver, stærk dobbeltbrydning, hvilke egenskaber ikke karakteriserer det i slag no. 90 optrædende mineral.

»gitter- eller skelet-struktur». — Dette forhold har allerede den bekjendte engelske petrograf H. C. SORBY været opmærksom paa [1]); han fremholder, at han i en svite mikroskopiske præparater af slagger og blæserörs-perler altid har fundet, at de udkrystalliserede forbindelser, hvis natur han forövrigt i alm. ikke har kunnet bestemme, kun optræder i krystal-skelet (»krystalliter, beloniter, trichiter [2]) o. s. v.»), medens han paa den anden side aldrig har kunnet opdage ganske tilsvarende dannelser [3]) i de mange præparater af basalt og analoge bergarter (naar obsidian fraregnes), som han specielt har gjennemgaaet med dette maal for öje. — Grunden til denne difference vil man, siger S., uvilkaarlig först forsöge at forklare ved at antage, at den tid, som medgik til krystallisationen, skal have været det bestemmende; herved tror S. dog ikke at kunne faa nogen fyldestgjörende forklaring, idet han ikke har kunnet finde krystalliter og lign. i eruptive bergarter, langs grænsen mod sidestenen. S. kommer tilslut til den konklusion, at tilstedeværelse af eller mangel paa vand (med kulsyre o. s. v.) sandsynligvis skal have været den faktor, som, i alle fald principielt, betingede difference-punkterne. I overensstemmelse hermed inddeler han de her omhandlede produkter i tre grupper, som han anser for vel karakteriserede, nemlig

a) *artificielle slagger* og lign., som ved udkrystallisationen overhovedet ikke holdt noget vand;

b) *vulkanske bergarter*, som holdt vand i dampform [4]);

c) *granitiske bergarter*, som holdt vand (og kulsyre) i vædskeform.

Mod denne opfatning indvender F. FOUQUE et M. LÉVY [5]), at man ved enkel smeltning, naar der afkjöles tilstrækkelig langsomt, kan erholde produkter, aldeles analoge de yngre eruptiver (f. ex. basalt, augitandesit, leucittefrit m. m.); heraf

[1]) On the Comparative Structure of artificial Slags and Eruptive Rocks. Adress to the Geol. Section of Brit. Association for the Advancement of Science. Geol. magazine, 1880, pag. 468.

[2]) Egentlige trichiter, svarende til dem i obsidian o. s. v., har jeg aldrig truffet i slagger.

[3]) Kun feldspath fra en gang ved Beaumaris viser antydning til skeletdannelse.

[4]) Ogsaa ordinære slagger kan, saalænge de befinder sig i smeltet tilstand, holde oplöst lidt gas (ovnsgas), som undviger ved afkjölingen. Dette sluttes af, at slagger lejlighedsvis, naar krystallisations-processen er naaet frem til et vist stadium, afgiver CO_2 og CO, hvilken sidste brænder med den karakteristiske blaa flamme. — Dette forhold har jeg navnlig studeret ved de Freiberg'ske hytter.

[5]) Synthèse d. min. et d. roches. 1882, pag. 43—45.

drages den slutning, at vand eller vanddampe ikke spiller nogen fremtrædende rolle ved forholdet mellem slag- og basaltstruktur. Betingelsen for, at der skal konstitueres færdige krystaller og ikke krystal-skelet, beror efter F. F. & M. L. (fortrinsvis eller udelukkende) paa krystallisations-processens varighed. De franske mineral-synthetikere har i sin almindelighed ved sine experimenter anvendt langsom afkjöling; heri og i den ringe sympathi [1]), de i regelen har næret for undersögelse af slagger, er at söge grunden til, at den i virkeligheden saa interessante gitter- eller skelet-struktur i slagger hidtil har været saa lidet kjendt.

Ved nöjere studium viser det sig, at der ikke existerer nogen skarp grænse mellem strukturen hos slagger og lignende produkter paa den ene side og hos yngre eruptiver paa den anden. — For det förste indeholder de sidstnævnte, som F. F. & M. L. bemærker, (naar afkjölingen sker hurtig) lejlighedsvis krystallitiske dannelser; dette er f. ex. tilfælde med obsidian og med tachylit og begsten (naar disse optræder i tynde gange). Hertil skal tilföjes: typisk gitter-opbygning, i enhver henseende aldeles analog med den hos slag-mineraler, har jeg havt anledning til at iagttage hos augit i en limburgit fra Sababurg, Hessen; man kan her iagttage opbygning efter c-axen og efter to skraa-retninger, en paa hver side af c og med samme dannende en vinkel paa ca. 20°; disse maa være identiske med ± 5 P-retningerne hos slag-augit. — Strikket magnetit, omtrent som f. ex. paa fig. 22 og 23, om end ikke fuldt saa vakkert udviklet, viser sig ogsaa hist og her i eruptiver. — Basalternes olivin er lejlighedsvis heller ikke fuldt færdig opbygget; exempelvis nævnes, at olivin i magmabasalt fra Kilauea, Hawaii, fotografisk gjengivet i E. COHENS »Samml. v. Mikrophotografien, 1881», Tafel IV, no. 3, kun er en del længere fremme end de paa fig. 25 aftegnede krystaller; paa samme trin staar ogsaa flere af de i G. TSCHERMAKS »Die mi-

---

[1]) F. F. & M. L. (l. c., pag. 4—5) gjör opmærksom paa, at det fortrinsvis er fremmede forskere, som har beskjæftiget sig med undersögelser over krystalliserede hytteprodukter, medens det er den franske nation, som har æren af de systematiske mineral-syntheser — et forhold, som söges begrundet i »la nature même du caractère française. Notre génie nationale répugne á l'idée d'accumuler un trop grand nombre de faits scientifiques sans les coordonner . . . . .» — Den opfatning, som har fremkaldt denne tankegang, beror paa, at slagger og andre hytteprodukter er blevne anseede som delvis »tilfældige dannelser».

kroskopische Beschaffenheit der Meteoriten» og i F. F. & M. L's og L. BOURGEOIS's arbejder gjengivne oliviner.

Paa den anden side förer ordinære slagger hist og her færdige, normale krystaller, analoge de i bergarterne i alm. optrædende. — Vi har allerede gjort opmærksom paa, at MgO-spinel [1]) i slagger hidtil kun er fundet i oktaedere, som ikke viser spor af særskilte vækstretninger. Melilith-mineralerne optræder hyppig i omtrent fuldt færdige krystaller (se f. ex. fig. 31 og fig. 33); de övrige silikat-mineraler i ordinære, paa vanlig vis afkjölede slagger derimod viser sig oftest i skelet, dog ikke altid (se f. ex. den paa fig. 12 indtegnede, porfyrisk udsondrede augit, til hvis dannelse der vistnok har medgaaet et par timer længere tid end vanligt; cfr. ogsaa olivin i slag fra Tobo, pag. 54). — Saavel af sagens natur som af de nys omhandlede kjendsgjerninger fremgaar, at ikke samtlige mineraler, naar de övrige betingelser er lige, behöver nöjagtig lige lang krystallisations-tid for at danne færdige, skiktvis opbyggede krystaller og ikke krystal-skelet.

Foruden krystallisations-tiden har rimeligvis ogsaa andre fysiske faktorer, specielt *trykket*, udövet en vis indflydelse paa det her omhandlede forhold; antagelig er det dog *tiden*, som spiller den vigtigste rolle. Vi finder nemlig, at ved de fleste mineral-syntheser, hvor produktet er bleven smeltet under lidet tryk, paa samme maade som ved vore slagger, har man erholdt nogenlunde færdige krystaller; grunden hidtil maa, i alle fald fortrinsvis, være at söge i, at krystallisations-processen ved de nys nævnte synthetiske experimenter gjerne har medtaget et tidsrum af *nogle dage*, slaggernes afkjöling derimod i alm. kun *nogle faa timer*.

I principet maa den gitter-struktur, som i alm. karakteriserer slag-mineralerne, skyldes de samme aarsager som de ejendommelige vækstforholde ved krystallisationen, som i de senere tider navnlig er blevne udförlig omhandlede af O. LEHMANN, paa basis af undersögelser over salte, fornemmelig organiske, og lign. (se en svite afhandlinger i Zeits. f. Krystallo-

---

[1]) ZnO-spinel i zinkovnenes muffelvægge derimod er gjerne byggede op efter tre lodret paa hinanden staaende retninger; det samme er ogsaa i alm. tilfælde med magnetit.

graphie und Mineralogie, B. I, IV, V, VI, VIII, IX og andre steder). I »Ueber das Wachsthum der Krystalle» (B. I) gjengiver LEHMANN de resultater, som han har naaet frem til, med fölgende ord:

»Durch *Erhöhung der Schnelligkeit der Krystallisation*[1]), der Schwerlöslichkeit der Substans und der Dickflüssigkeit der Lösung wird das regelmässige Wachsthum der Krystalle gestört und zwar treten auf:

1) *Störungen der regelmässigen Form*, in der Weise, dass die *Stellen stärkster Zuschärfung*[1]) mit verstärkter und zwar abnehmend beschleunigter Geschwindigkeit zu Wachsthumsästen auswachsen, an welche sich dann sekundäre und tertiäre Aeste ansetzen. Es ist diese Erscheinung bedingt durch die in der Nähe der Krystalle herrschenden Concentrationsverhältnisse.

2) *Störungen der regelmässigen Struktur*, in der Art, dass die Krystalle entweder gebogen erscheinen, oder gerade gestreckt aber mit inneren Spannungen, oder endlich mehr oder minder pinselartig verzweigt und in extremen Falle als Sphärokrystalle . . . .»

LEHMANN begynder med at betone, at en normal, skiktvis vækst ikke finder sted, naar krystallisationen foregaar tilstrækkelig hurtig. Dette gjælder, efter de nys omhandlede undersögelser, ikke alene for organiske salte og lign, men i alm. ogsaa for mineraler, der krystalliserer ud i silikat-smeltemasser ɔ: *det er formentlig en generel lov.*

Grunden til det nævnte forhold söger LEHMANN i ydre, magmaen eller moderluden tilhörende omstændigheder (nemlig koncentrations- og löshgheds-forholdene med deraf fölgende strömninger, som skal bevirke, at de udsondrede partikler afsætter sig paa den allerede dannede kjærne-krystals længst *fremspringende dele*, altsaa hjörner og kanter). Allerede tidligere har vi ogsaa berört, at den egentlige *betingelse* for skelet-dannelsen beror paa de fysiske forholde, hvorunder krystallisationen finder sted, derimod ikke paa selve substansens krystallografisk-chemiske egenskaber. Af de sidste afhænger derimod den *maade*, hvorpaa opbygningen i hvert enkelt tilfælde gaar for sig. Paa det sidste moment har L. hidtil, saavidt det kan skjönnes, lagt mindre vægt.

Den opfatning, som L. har præciseret i den nys citerede sats, forudsætter, at der, forinden skelet-dannelsen paabegyndte,

[1]) Udhævelserne gjorte her.

allerede forelaa en normal, skiktvis opbygget krystal; heraf fölger, at det endelige individ maa vise forskjellig-arted struktur i de forskjellige dele. — Til noget saadant kan i vore slagpræparater, f. ex. af orienterede augit-krystaller, ikke mærkes nogen antydning; det kunde dog vistnok tænkes, at den eventuelt optrædende primære krystal er saa yderst liden, at den ikke kan öjnes, eller at den oftest falder udenfor snit-fladen. — For at undgaa misforstaaelse skal vi gjöre opmærksom paa: ogsaa inde i den kjærne, som olivin-mikrolitherne jævnlig viser (f.ex. fig. 26), kan i alm. de domatiske opbygnings-retninger iagttages. Det hexagonale kalksilikat besidder, paa lignende maade som f.ex. augit, to slags opbygnings-retninger, nemlig efter OP og efter en pyramide (P, eller et rhomboeder); i individernes centrale del har opbygningen i alm. fortrinsvis gaaet for sig efter OP, langs kanterne derimod fortrinsvis efter P. Denne omstændighed er ikke at opfatte paa den maade, at der i midten skal foreligge en enkelt, skiktvis opbygget krystal; der er vistnok gjerne en enkelt, större OP-tavle, men desuden ogsaa i nærheden af samme en hel del mindre OP-tavler, som veksler med P-stavene, fra hvilke de endog hyppig udgaar. — Grunden til disse ejendommelige forholde er formentlig at söge i, at den tendens, hvormed det hexagonale kalksilikats molekyler ved krystallisationen ordnede sig ind til hinanden, er en funktion af det stadium, hvorpaa individ-dannelsen befinder sig; aarsagen hertil igjen kan ikke nöjere angives.

De i det foregaaende omhandlede undersögelser godtgjör, at hvert enkelt af de undersögte slag-mineraler besidder konstante, krystallografisk-lovmæssige opbygnings-retninger, der er karakteristiske for mineral-substansen som saadan[1]). — Enkelte mineraler, f. ex. olivin og melilith, synes kun at være underkastede en enkelt opbygnings-lov, andre derimod, f. ex. augit og monosulfiderne, kan i alle fald have to, fra hinanden i mere eller mindre grad afvigende[2]).

---

[1]) Vi vil specielt gjöre opmærksom paa, at det sidste led i vor sats strider mod den af H. Vogelsang fremholdte opfatning (se »Die Krystalliten», pag. 34), nemlig at »die allgemeinen Bedingungen für eine derartige regelmässige Gruppirung umfassen sehr wahrscheinlich ganze Krystalsysteme, und fordern daher für die constituirenden Einzelglobuliten wohl eine gewisse Isomorphie, aber nicht eine völlige Uebereinstimmung der chemischen Zusammensetzung».

[2]) Augit nemlig 1) efter c og ± 5P-retningerne og 2) efter c og to andre skraa-retninger (se pag. 238); monosulfiderne efter 1) det regulære systems hovedaxer alene og 2) efter hovedaxerne og samtidig desuden mellemliggende mellemaxer.

Aarsagen til slag-mineralernes gitter- eller skelet-struktur maa fölgelig rimeligvis være at söge i, at de sig udsondrende mineral-molekyler — naar de *ydre, fysiske betingelser* dertil er forhaanden — paa grund af en selve *krystal-substansen iboende egenskab* ikke ordner sig ind til hinanden efter alle mulige retninger, men kun efter enkelte, *krystallografisk-lovmæssig bestemte*, der er *karakteristiske for hvert enkelt mineral-species som saadant.*

En nöjere udredning af det indbyrdes forhold mellem de ydre, fysiske betingelser paa den ene side og de indre, krystallografiske egenskaber paa den anden kan paa det nuværende stadium ikke leveres.

Petrografiske analogi-slutninger.

Vi har tidligere paavist, at i slagger — ɔ: i smeltemasser (bestaaende af SiO_2, Al_2O_3, CaO, MgO, FeO og lidt af andre forbindelser), som afkjöles nogenlunde hurtigt og ved lavt tryk — afhænger mineral-dannelsen ganske principielt af gjennemsnits-produktets (»moderludens») chemiske sammensætning; mineralerne fremgaar som resultat af chemiske massevirkninger — eller med andre ord, det er affinitets-forholdene, som er det principielt bestemmende[1]). De forskjellige slags fysiske faktorer, som kan fungere ved slag-dannelser i sin almindelighed, virker kun rent sekundært modificerende paa de chemiske love, hvorefter mineralerne konstitueres.

Det maa paa forhaand formodes, at de resultater, vi har naaet frem til, i principet, om vistnok ikke i alle detailler, maa kunne overföres ogsaa at gjælde ved udkrystallisationen af de blandt de naturlige eruptiver (med typus basalt), som ved udbruddet var underkastede nogenlunde samme fysiske betingelser som vore slagger. — Basalt og övrige yngre erup-

---

[1]) Ex. ZnO har (rimeligvis) större affinitet end MgO til Al_2O_3, og MgO ubetinget större end CaO; FeO har stor affinitet til Fe_2O_3. — Da olivin, med MgO som hovedbase, konstitueres selv ved tilstedeværelse af mere CaO end efter forholdet CaO : MgO, medens melilith-mineralerne först krystalliserer ud, naar der er overvejende meget CaO tilstede —, da den udkrystalliserende olivin i alm. kun optager i sig lidet eller intet CaO, om der end af krystallografiske grunde ikke er noget ivejen for, at CaO indgaar i vilkaarligt forhold i olivin-mineralerne, medens der paa den anden side i melilith-mineralerne gjerne indgaar betydelige mængder af MgO —, og da olivin kan konstitueres ved hurtigere afkjöling end melilith-mineralerne, ledes vi til at antage, at MgO (i alle fald i de basiske smeltemasser) har större affinitet til SiO_2, end tilfældet er med CaO.

tiver er, efter F. Fouqué et M. Lévy (Synthèse d. min. et d. roches, pag. 63) dannede ved »formation purement ignée»; den rolle, som vand, kulsyre o. s. v. spillede ved krystallisationen, var kun af rent underordnet betydning for selve mineral-dannelsen (se herom ogsaa i dette arbejde, pag. 283). Den forskjellighed i fysiske betingelser, hvorunder krystallisationsprocessen fandt sted i vulkanske bergarter paa den ene side og slagger paa den anden, reduceres fölgelig til variationer i afkjölings-periodens varighed, den herskende temperatur, tryk og lign. — Forinden vi gaar videre, skal vi undersöge, saavidt som gjörligt er, om nogen af de sidstnævnte fysiske faktorer kan formodes fuldstændig at ville kuldkaste det i det tidligere udviklede chemiske system, som er gjældende for vore slagger.

De sidste har snart været udsatte for særdeles höj temperatur, snart for relativ lav, men alligevel har mineral-dannelsen altid rettet sig efter næsten nöjagtig samme chemiske princip[1]) ɔ: den modificerende indflydelse, som temperaturen udöver paa virkningen af de chemiske affiniteter i den her omhandlede henseende, synes kun at være meget ringe. Hertil kommer, at de yngre eruptiver utvivlsomt i regelen er blevne dannede ved en temperatur, som ligger indenfor de ydergrænser, — der overhovedet gaar fra det lavest mulige minimum, hvorved silikater kan smeltes, til omtrent det i praxis opnaaelige maximum —, som vore slagger lejlighedsvis har været udsatte for. — Af disse omstændigheder fölger, at de fysiske faktorer, som direkte lader sig derivere af den herskende temperatur, ikke kan formodes at öve nogen stærkt modificerende indflydelse.

Heller ikke afkjölings-periodens varighed kan, naar man ikke kommer ned under en vis minimums-grænse[2]), spille nogen særdeles stærkt fremtrædende rolle med hensyn til, hvilke forbindelser der skal krystallisere ud[3]); vi finder nemlig, at

---

[1]) F. ex. Vi erholder, naar sammensætningen tillader det, fayalit saavel ved martin- og bessemer-processerne (ɔ: ved overmaade höj temperatur) som ved stensmeltnings-ovne med letsmeltelig beskikning (ɔ: ved relativ lav temperatur).

[2]) Denne er relativ stor, nemlig ca. et par dage, for de Al_2O_3-rige mineralers vedkommende (f. ex. anorthit, Al_2O_3-rig augit). — Det nye, tetragonale, ikke Al_2O_3-förende mineral behöver en afkjölings-periode (fra over smeltetemperatur ned til ca. 20° C.) paa kun ca. 5—7 minutter for at danne krystaller af ca. 1.5 mm. længde (regnet ⊥ OP).

[3]) Af tiden afhænger derimod fortrinsvis den maade, hvorpaa individerne optræder.

krystallisationen af basalt-magmaer i principet gaar for sig paa samme maade langs salbaands-grænserne ɔ: hvor afkjölingen sker relativ hurtig, og i kjærnen af gangene eller dækkerne ɔ: hvor der medgaar lang tid. Paa begge steder begynder krystallisationen med udsondring af de samme mineraler; i midten kan omtrent den hele masse individualiseres, ved grænserne derimod indtræder stivning af moderluden, efter at de förste krystallisations-stadier ver tilbagelagte. — Saavel inde i kjærnen af basalt-kupper, altsaa ved relativt stort tryk, som ved synthetiske experimenter, foretagne ved almindeligt lufttryk, erholdes af de samme smeltemasser aldeles analoge endeprodukter.

Som resultat af disse udviklinger fremgaar, at i de yngre eruptiver maa mineral-dannelsen i principet afhænge af de chemiske affinitets-forholde, nogenlunde paa samme maade, som tilfældet er med vore slagger. Endvidere drager vi den analogi-slutning, at krystallisations-processen i eruptiver i sin almindelighed rimeligvis i mere fremtrædende grad, end man plejer at formode, er begrundet i gjennemsnits-massens chemiske sammensætning.

Det er ikke hensigten med dette arbejde at gaa nöjere ind paa de rent petrografiske detailler; vi skal indskrænke os til at gjöre opmærksom paa fölgende.

Grænsen i surhedsgrad mellem silikat-masserne i augitandesiterne paa den ene side og basalterne paa den anden ligger ved ca. 1 : 1.50—1 : 1.60[1]); basalternes surstofforhold er oftest ca. 1 : 1.30, augitandes釈ternes gjerne ca. 1 : 1.80—2.00. I denne difference maa være at söge hovedaarsagen til forskjellen mellem de to nævnte bergarter (eller bergartgrupper). — Næst efter surstofforholdet er det proportionen mellem RO (MgO, FeO med MnO) og CaO (med Na_2O, K_2O), som vi spörger efter; basalt-analyserne viser gjennemgaaende mere RO i forhold til CaO end efter proportionen 0.45 RO : 0.55 CaO. I overensstemmelse hermed skal, ifölge vor oversigtstabel, i basaltmagmaen altid olivin være det silikat-mineral, som *först* konstitueres[2]); dette indtræder ogsaa i virkeligheden[3]). Eftersom

[1]) Rigtigheden af denne angivelse kan man overbevise sig om ved at studere de mange analyser, som er leverede i f. ex. Dr. E. BOŘICKY's arbejde over böhmiske basalter og JUSTUS ROTH's bidrag til de plutonske bergarters petrografi.

[2]) Naar vi ikke tager hensyn til hauyn og lign. eller til olivin-knollernes mineraler.

[3]) Cfr. F. F. & M. L. Synthèse d. m. et d. r. pag. 50.

singulosilikatet udsondres, stiger i moderluden eller det resterende gehalten af SiO_2, Al_2O_3 og CaO med alkalier; naar en vis grænse er naaet, kan ikke længere olivin fortsætte at danne sig, men andre mineraler maa begynde. — I almindelighed vil moderluden paa det nuværende stadium være bleven saa SiO_2-rig, at et bisilikat maa konstitueres[1]); paa grund af forholdet mellem MgO og CaO blir det oftest augit, som nu danner sig. Herved igjen synker moderludens surstofforhold samtidig med, at CaO-, alkali- og Al_2O_3-gehalten jævnt voxer; naar paany grænsen for mineral-dannelsen overskrides, stanser krystallisationen af augit, og istedet dannes, i henhold til sammensætningen, melilith, nefelin eller leucit. — Som exempel paa tilfælder, hvor man rent punkt for punkt, i henhold til den oprindelige sammensætning, kan fölge krystallisations-serien paa basis af de resultater, som er angivne paa oversigtstabellen (fig. 36), henvises til de to melilith-basalter fra Hochbohl og Deviner berg (beskrevne af A. Stelzner, l. c.). Begge steder dannes först olivin; i den förstnævnte kommer dernæst augit (naar intet hensyn tages til den sparsomt optrædende glimmer); paa det nuværende trin er næsten hele den forhaanden-værende MgO- og FeO-gehalt konsumeret; da det resterende igjen er blevet tilstrækkelig basisk, med overvejende meget CaO og alkali i forhold til MgO og FeO og med mere CaO end alkali, krystalliserer melilith ud; tilslut kommer nefelin. I basalten fra Derviner Berg er moderluden, efterat olivinen er bleven færdig, fremdeles temmelig basisk; CaO-gehalten, som allerede oprindelig var temmelig stor, er bleven aldeles overvejende; fölgelig krystalliserer strax, uden mellemled, melilith ud.

Ogsaa dannelsen af magnetit, spinel (picotit), titanjern, perowskit og lign. kan, som allerede delvis tidligere er paavist, uden videre deduceres af de chemiske affinitets-forholde.

[1]) Vi tager her ikke hensyn til feldspath-basalterne, da vi ikke kan give tilstrækkelig fornöden oplysning om de chemiske betingelser, hvorpaa feldspath-dannelsen beror.

Tillæg og rettelser.

Til augit. (Pag. 12, anm. 1, 2 og 3). a-axen i det af P. GROTH angivne axeforhold maa være feilagtig udregnet; augitsöjlens vinkel 87° 6′ giver nemlig, naar β = 89° 38′, a = 1.05196, medens GROTH'S a = 1.0585 vilde svare til en vinkel 86° 45′; ifölge maalinger af N. v. KOKSCHAROW, G. v. RATH og G. FLINK har augit neppe nogensinde saa liden söjlevinkel.

(Pag. 16). Den antagelse, at de fine, i moderluden mellem augitstængerne udsondrede naale skal bestaa af rhombisk pyroxen, er efter reviderende undersögelse end mere uvis, end tidligere fremholdt.

Forövrigt henvises til supplerende bemærkninger paa pag. 231—240.

Til enstatit. I en stærkt MgO-rig bisilikat-slag fra Svartnæs er fundet enstatit (se 251).

Til wollastonit. Ved reviderende undersögelse af slag fra Högfors, 1874, (no. 17) blev i snit ⊥ b iagttaget, at tavlerne hist og her foruden af ∞P∞ og OP ogsaa er begrænsede af to orthodomer, efter de approximative maalinger sandsynligvis svarende til P∞ og ÷ P∞; efter i alle fald en af disse viser mineralet spaltbarhed.

Til rhodonit. Ogsaa i flere tyske bessemer-slagger har jeg fundet rhodonit-krystaller, udviklede nöjagtig efter den tidligere omhandlede type. — P. v. JEREMÉJEW har beskrevet kunstig dannet rhodonit, fra et stöberi ved St. Petersburg (se Verh. d. kais. russ. min. Ges. 1878, referat i Z. f. Krystal. u. Mineral. III, pag. 439).

Til det babingtonit-lignende mineral, se tillæg og rettelser pag. 240—243.

Til glimmer. Det er sandsynligt, at de paa pag. 39—41 beskrevne glimmer-slagger, som opgives at være fra Kafveltorp, i virkelighed skriver sig fra Garpenberg; der har været konfusion i etiketterne. I Berliner Bergakademies samlinger har jeg seet en glimmer-slag fra Garpenberg, efter vedföjet etikette netop af den slags, som MITSCHERLICH har beskrevet (1822—23): den havde udseende nöjagtig som min egen original. — Den bemærkning midt paa pag. 44, at olivin konstitueres i saa sure slagger som med surstofforhold 1 : 1.61, er ikke korrekt. — Ordet »to» paa pag. 44, femte linje fra neden, udgaar. — Videre bemærkninger om glimmer, se pag. 118—120 og pag. 251.

Til olivin. Paa pag. 45 er monticellitens formel skrevet $Ca_2 SiO_4$ istedenfor $Ca Mg SiO_4$.

Til nyt, tetragonalt, relativt CaO- og SiO_2-rigt mineral. — I nogle (3) smeltemasser [1]) af surstofforhold nöjagtig 1 : 1.50, med resp. 2,00, ca. 2.20 og ca. 2.40 CaO : 1 MgO, uden Al_2O_3 (naar forurenende spor, som ikke gaar op til 0.5 %, fraregnes) optræder det nye tetragonale mineral, noget, som allerede af oversigtstabellen maatte ventes. — I mikroskopisk præparat af produkt fra forsög no. 36 og 163 afgjöres, at det optrædende mineral er optisk enaxigt, kvadratisk begrænset, altsaa *tetragonalt, optisk positivt*, men nogenlunde stærk dobbeltbrydning, udviklet i *tynde tavler* ∓ *OP*, med matte, ren *graa interferensfarver* og forövrigt med habitus og udseende nöjagtig som det tetragonale mineral i slag fra Hofors, Löfsjöen og Molnebo; ligheden er saa stor, at præparaterne af no. 39 og 163 og af slag fra Löfsjöen let kunde forveksles med hinanden. Ogsaa i no. 160 optræder det samme tetragonale mineral, men her er det udviklet i saa smaa individer, at det er vanskeligt at undersöge. I de to förstnævnte produkter udgjör det tetragonale mineral, som optræder i indtil ca. 1.5 mm. lange tavler [2]), den allerstörste del (efter skjön mindst

[1]) Fremstillede experimentelt af professor R. ÅKERMAN, i anledning undersögelse over silikaternes smeltbarhed (försög no. 39, 163 og 160).

[2]) Præparatet af forsög no. 163 er forfærdiget af den slagmasse, som stöbtes ud i kalorimeteren, og til hvis afkjöling der kun medgik et tidsrum af indtil ca. 5—7 minutter; præparaterne af de to andre er af den masse, som blev igjen i smeltedigelen.

$\frac{2}{3}$) af den hele masse; resten er glas, som paa enkelte steder i sparsom mængde holder et mineral med levende interferensfarver (udskilt efter det tetragonale mineral). — Ogsaa i chemisk henseende maa der være fuld overensstemmelse mellem det her foreliggende mineral (som er produceret i Al_2O_3-fri smeltemasser, af surstofforhold 1 : 1.50, med 2—2.40 CaO : 1 MgO) og det tidligere omhandlede (i slagger med lidet Al_2O_3, 1 : 1.42—1.48, med 1.8—2.2 CaO : 1 MgO). — Af de tidligere kjendte fakta er vi forud komne til det resultat, at det nye, tetragonale mineral enten ikke holder spor af Al_2O_3 eller kun meget lidet; nu kan vi med fuld sikkerhed drage den slutning, at mineralet overhovedet ikke holder Al_2O_3 som karakteriserende bestanddel. Dette resultat er interessant, idet mineralet formentlig indgaar som led i skapolih-melilith-rækken. — Dets surhedsgrad maa ligge mellem grænserne ca. 1 : 1.33 og ca. 1 : 1.50; formelen er altsaa rimeligvis



$$\left.\begin{matrix}(RO_3) . (SiO_2)_2 \\ R_3\,Si_2\,O_7\end{matrix}\right\} \text{ eller } \left.\begin{matrix}(RO)_4\,(SiO_2)_3 \\ R_4\,Si_3\,O_{10}\end{matrix}\right\}$$

(eller liggende mellem disse grænser). RO betyder CaO med en del MgO, i foreliggende fald ca. 2 CaO + 1 MgO.

Paa overfladen viser slaggerne fra alle tre forsög meget jævnlig en hel del frit udviklede krystaller, nemlig tynde tavler, indtil ca. 4 mm. brede, med pyramide- eller dome-flader paa toppen; fladerne i c-zonen stikker oftest, om end ikke altid, ind i slagmassen. er altsaa i alm. ikke synbare. — Topfladerne er stærkt skinnende, men altid saa facetterede, at nöjagtig maaling er umulig.

Ved maaling blev fundet paa en krystal (fra no. 160): Vinkelen mellem topfladerne, maalt over topkanten, maa ligge mellem grænserne 11 5′—13° 3′ og 10° 45′—12° 29′, sandsynligvis ved ca. $11\frac{1}{4}$°; vinkel, maalt over sidekanten, maa ligge mellem grænserne 7° 58′—9° 19′, 7° 58′—8° 51′. 7° 52′—9° 36′, 7° 43′—8° 56′, er sandsynligvis lidt over 8°. — En anden krystal (ogsaa fra no. 160) gav: over topkanten 11° 19′—11° 26′; over sidekanten 7° 48′—7° 57′, 7° 38′—8° 5′, ca. 8°, 8° 10′—8° 44′. — NB. Til topkantvinkel 11° 19′ og 11° 26′ svarer sidekantvinkel resp. 8° 1′ og 8° 6′.

Som det sandsynlige resultat vælger vi 8° 1′ og 11° 19′.

Dette giver en vertikal-axe, naar vi forudsætter fladerne at svare til:

Pyramide.	Dome.
0.07006	0.09908.

Skapolith-melilith-mineralerne karakteriseres ved:

	Skapolith (mejonit).	Melilith.	Gehlenit.
P =	63° 42′	65° 30′	59° 0′
c =	0.4393	0.4548	0.4001.

Hvis vort mineral, saaledes som det efter tidligere krystallografiske iagttagelser (se pag. 133) er naturligt at forudsætte, er homöomorft med de nys nævnte, maa den optrædende flade, hvis vi holder den for en pyramide, svare til $\frac{1}{6}$ P, hvorefter vort mineral faar en vertikal-axe = ca. 0.42 —, og, hvis vi holder den for et dome, til $\frac{1}{4}$ P ∞, hvorefter vertikalaxen blir = ca. 0.40.

Mere indgaaende slutninger kan ikke drages.

Af hensyn til den specielle interesse, som de tre forsög no. 39, 160 og 163 afgiver for kjendskaben til silikaternes smeltbarheds-forholde, vil vi gjöre opmærksom paa fölgende: — Præparater af no. 39 og 163 (med resp. 2.0 og ca. 2.2 CaO : 1 MgO) er saa lige, som vel præparater af to forskjellige slagger kan være; no 160. (med ca. 2.4 CaO : MgO) differerer lidt fra de to förstnævnte, idet den for den förste er mere finkrystallinsk (hvilket formentlig i sin helhed er begrundet i ydre, fysiske forholde), og idet den dernæst holder mindre af det som no. 2 udsondrede mineral (augit?) end de to förste (hvilket muligens kan være begrundet i en yderst liden forandring i SiO_2-gehalten; hvis surstofforholdet gaar over fra 1 : 1.50 till 1 : 1.52, vil der strax udsondres meget mere bisilikat mellem det tetragonale mineral. tavler).

Resumée.

Die hier vorliegende Arbeit behandelt die Zusammensetzung der Schlacken, von krystallographisch-mineralogischem, chemischen und metallurgischen Gesichtpunkt studirt. — Bis jetzt sind in Schlacken folgende Mineralien angetroffen:

Augit, *Enstatit*, *Wollastonit*, *Rhodonit* und ein *Babingtonit-ähnlicher, asymetrischer Pyroxen* [1]).

Ein hexagonales Kalksilikat.

Glimmer.

Olivin mit *Fayalit*, *Tephroit*, *Monticellit-ähnliche*, CaO-reiche Olivine und *ZnO-reicher Fayalit.*

Willemit.

Melilith, *Gehlenit* und ein *tetragonales*, *Al_2O_3-freies*, *relativ SiO_2- und CaO-reiches Mineral.*

Spinell (reiner MgO-Spinell, CaO-haltiger MgO-Spinell, ZnO-reicher Spinell) und *Magnetit.*

CaS, *MnS*, *(Mn, Ca)S*, *FeS* u. s. w.

Kuprit, gediegnes Kupfer, freies FeO.

In den stark SiO_2-reichen Schlacken (Emaljschlacken) erscheint ein nur in kleinen Globuliten und Krystalliten auftretendes Mineral, vielleicht von der Zusammensetzung $(RO)_2 \cdot (SiO_2)_3$.

Unter diesen entspricht der Babingtonit-ähnliche, asymetrische Pyroxen, das hexagonale Kalksilikat [2]) und das tetragonale, Al_2O_3-freie, relativ SiO_2- und CaO-reiche Silikat keinem in der Natur bis jetzt gefundenen Mineral; die Stellung des in den Emaljschlacken auftretenden Minerals ist fraglich.

Negative Resultate. Amphibol-Mineralien sind nie in Schlacken gefunden, auch nie durch Mineral-Synthesen (bei Schmelzung) dargestellt worden. — *Feldspath-Mineralien* treten auch nicht in Schlacken auf; Alkali-Feldspäthe können dies überhaupt nicht des Mangels an Alkali in den Schlacken wegen; nur Anorthit (und Labrador) wären zu erwarten, nämlich in den basischen, Al_2O_3- und CaO-reichen, (z. B. in No. 89—90 und. No. 92—95); hier erscheint aber immer Melilith (oder

[1]) P. GROTH erwähnt in »Tabellarische Uebers. d. Mineralien, 1882, pag. 107», *Babingtonit* in einer Eisenschlacke (mit 12 % MnO).

[1]) Dieses Mineral ist früher von KOCH, DR. C. SCHNABEL und I. FR. L. HAUSMANN, in den Jahren resp. 1822, 1851 und 1854, erwähnt worden, ist aber seit jener Zeit in der Wissenschaft ganz vergessen worden; die zwei übrigen sind in dieser Arbeit als neue Species eingeführt.

Gehlenit)[1]). — *Freie Säuren* (SiO_2, als Quarz oder Tridymit, TiO_2, als Rutil oder Anatas) oder *freie Sesquioxyde* (Al_2O_3, als Korund, oder Fe_2O_3, als Eisenglanz) kommen auch nicht in Schlacken vor.

Die Mineralien der Schlacken sind beinahe ausschlieslich als Krystalskelette ausgebildet, hauptsächlich der sehr schnellen Abkühlung[2]) wegen. Durch Vergleich der Untersuchungen über Schlacken mit den Resultaten der Mineral-Synthetiker geht hervor, dass die sich bildenden Mineralien im allgemeinen nur als Skellette auftreten, wenn der Krystallisations-Process nur *einige Stunden* dauert, dagegen in normal aufgebauten Krystallen, wenn der Process *einige Tage* dauert. Die Skelette- oder Gitter-Struktur ist darin begründet, dass die sich ausscheidenden Mineral-Moleküle, — wenn die äusseren, physischen Bedingungen[3]) es erlauben oder fordern — einer der Krystall-Substanz für sich angehörigen Eigenschaft wegen nicht nach beliebigen Richtungen sich an einander reihen, sondern nur nach einzelnen, gesetzmässig krystallographisch orientirten, für jedes Mineral-Species karakteristischen Wachsthums-Richtungen angeordnet werden.

Die skelettartig aufgebauten Mineralien brauchen äusserlich nicht von normalen Krystallebenen begrenzt zu sein; dagegen sind sie oft von Scheinflächen umgeben, welche sich mitunter krystallographischen Ebenen nähern; die Scheinflächen sind als Umhüllungsflächen der einzelnen Bau-Elemente zu betrachten. Bisweilen haben die Umhüllungsflächen dieselben krystallographischen Konstanten wie die äusseren Begrenzungsflächen der einzelnen Elemente; bisweilen ist dies aber nicht der Fall (sieh z. B. Fig. 4, Augit; die einzelnen Stäbe, welche das Gesamt-Individuum bilden, sind oben von $\frac{3}{2}$ Ᵽn begrenzt; die Umhüllungsfläche (S) oben ist dagegen $\frac{1}{2}$ Ᵽm).

Die Wachsthums-Richtungen des *Augits* (Pag. 4—23, 231—240) sind in der Regel c (∞P) und $\pm$ 5 P (oder $\pm$ 5 Ᵽ∞, 5 Ᵽ∞), sieh Fig. 5, 6, 7 und 8 (Detail-Zeichnung), selten c (∞ P) und $\frac{9}{4}$ Ᵽ∞, $\div$ $\frac{5}{4}$ Ᵽ∞ (?). — Die frei ausgebildeten Augitkrystalle sind nach mehreren Typen entwickelt, sieh Fig. 1—4.

---

[1]) Möglicherweise, weil ein grosser Thonerde-Gehalt den Krystallisations-Process verzögert, was vielleicht darin begründet ist, dass Al_2O_3-reiche Mineralien relativ lange Zeit zu ihrer Bildung brauchen.

[2]) Cfr. auch O. LEHMANN »Ueber das Wachsthum der Krystalle», Zeits. f. Kryst. u. Min. I.

[3]) Cfr. LEHMANN's Untersuchungen.

Beim *Enstatit* (Pag. 24—27, 251) haben sich zuerst einige Stäbe ∓ c (∞ P) gebildet, und von diesen aus sind Zweige ∓ einem Doma (2 P̄ ∞ oder 2 P̆ ∞) ausgewachsen, sieh Fig. 11. — Fig. 12 zeigt Augit, in einer Grundmasse von Enstatit(?) porphyrisch ausgeschieden.

Der *Wollastonit*[1]) (Pag. 27—29, 291), der in einigen stark CaO-reichen Bisilikat-Schlacken nachgewiesen ist, tritt in dünnen Krystallen, tafelförmig nach ∞ P ∞, auf, sieh Fig. 13 (Schnitt ⊥ b).

Der künstliche *Rhodonit* (Pag. 29—37), der sehr leicht freie und ziemlich grosse Krystalle bildet, ist, nach meiner Erfahrung, immer nach einem und demselben Typus ausgebildet, sieh Fig. 14 und 15; Fig. 16 zeigt stänglichen Rhodonit, ⊥ c und ∓ c geschnitten.

Der neue, *Babingtonit-ähnliche Pyroxen* (Pag. 37—39, 240 —243) wird durch : ∞ P = 87° 6′—9′ und ∞ P̄ ∞ : ∞ P̆ ∞ = 90° 9′—11′ karakterisirt; dass er asymetrisch ist, schliest man aus dem asymetrischen Habitus der Krystalle, den optischen Verhältnissen und den Winkel-Differenzen.

Glimmer (Pag. 39—45) als künstlich gebildetes Produkt ist mit absoluter Sicherheit nur in einer alten, schwedischen Kupfer-Rohschlacke von Garpenberg nachgewiesen worden (schon von MITSCHERLICH beschrieben), sieh Fig. 18, Krystal ∓ OP, und Fig. 19, Schnitt der Glimmerschlacke. Der Glimmer ist optisch zweiaxig und optisch positiv; die spitse Bissectrix steht annähernd genau ⊥ OP; der Winkel der optischen Achsen ist sehr klein; dieser Glimmer ist als ein CaO-reicher Meroxen anzusehen.

Der *Olivin* (pag. 45—86) ist in den Schlacken von ∞ P̆ ∞ . 2 P̆ ∞ . OP, selten daneben von anderen Flächen, begrenzt; die Krystalle sind beinahe immer tafelförmig nach ∞ P̆ ∞, sieh. Fig. 21. P̈ ∞ ist die am meisten hervortretende Wachsthums-Richtung, sieh Fig. 22—24; das Mikrolith-Stadium auf Fig. 26.

Ein *hexagonales Kalksilikat* (Pag. 86—105), optisch positiv, ziemlich stark doppelbrechend, mit lebendigen Interferenzfarben, Combination OP . ∞P, genau oder annähernd von der Zusammensetzung RO . SiO_2 [vielleicht $(RO)_7 . (SiO_2)_4$ oder $(RO)_5 (SiO_2)_3$], wo RO = CaO, bisweilen mit etwas MgO, MnO und FeO, spielt in den CaO-reichen, ziemlich SiO_2-reichen Schlacken (sieh Analysen No. 61—71) eine sehr her-

[1]) Früher nicht künstlich dargestelt worden.

vortretende Rolle. — Fig. 27, a und b, und Fig. 28 sind orientirte Krystalschnitte; Fig. 29 und Fig. 30 geben Detail-Zeichnungen der eigentlichen Schlacken-Masse.

Der *Melilith* (Pag. 105—123) von OP . ∞P∞ (oder ∞P), oft daneben von ∞P (oder ∞P∞) begrenzt, gewöhnlich kurzsäulenförmig, wird durch himmelblaue Interferenzfarben, Spaltbarkeit ∓ OP, bisweilen auch durch »Pflockstruktur» (sieh z. B. Fig. 31) karakterisirt; er tritt viel öfter in beinahe fertigen Krystallen auf als die übrigen Silikat-Mineralien der Schlacken. Die Diagonale des Quadrats ∓ OP bildet die am meisten hervortretende Wachsthums-Richtung, sieh Fig. 32 (Mikrolith-Stadium) und Fig. 34.

Gehlenit (Pag. 123—126) tritt nur in sehr stark basischen, Al_2O_3- und CaO-reichen Schlacken auf; er hat blaue oder blaugelbe Interferenzfarben, Spaltbarkeit ∓ OP und ∞P∞, ist übrigens dem Melilith sehr ähnlich.

Das neue, *tetragonale, relativ SiO_2- und CaO-reiche Mineral* (Pag. 126—135, 291—292), welches nach den krystallographischen Untersuchungen wahrscheinlich ein Glied der Melilith-Skapolith-Reihe bildet, besteht aus $(RO)_3(SiO_2)_2$ oder $(RO)_4 . (SiO_2)_3$, vielleicht aus einem Zwischenglied dieser, wo RO = CaO (mit etwas MgO). Es ist optisch positiv, mit ziemlich starker Doppelbrechung, zeigt graue Interferenzfarben, Spaltbarkeit ∓ ∞P∞, Gleitflächen (Spaltbarkeit?) ∓ ∞P, vielleicht auch Spaltbarkeit ∓ OP; es tritt in sehr dünnen Tafeln ∓ OP auf. Mit Sicherheit ist es in No. 96—99 und in drei Thonerde-freien Schmelzprodukten von dem Sauerstoffverhältnisse 1 : 1.50, mit 2 bis ca. 2.4 CaO : 1 MgO, nachgewiesen worden.

Spinell (Pag. 148—168), in isotropen, stark lichtbrechenden, farblosen bis hellblauen, von HCl und HFl unangreifbaren Oktaedern (mit bis 0.4 mm. grossen Durchschnitten), welche immer früher als die Silikat-Mineralien auskrystallisirt sind, tritt in Hohofenschlacken nur dann auf, wenn der SiO_2-Gehalt sehr niedrig und der Al_2O_3- und MgO-Gehalt relativ hoch ist (sieh die Analysen No. 128—133, 59, 88, 94—95). — Der Spinell führt theils nur MgO, theils auch CaO (sieh die Analysen No. 128 b—133 b); ZnO-Spinell bildet sich leichter als MgO-Spinell (sieh die Analysen No. 28—29 und No. 134—135).

Ein *Ueberschuss von Al_2O_3* (Pag. 168—177) hindert (vielleicht doch nicht in sehr basischen Schmelzmassen) den Krystallisations-Process bei schneller Abkühlung, bewirkt folglich, dass

die Schlacken glasig werden (cfr. die Analysen No. 136—143, 89—90 mit den früher angegeben).

Schwefel in Schlacken (Pag. 189—215) erscheint immer als Bestandtheil regulär krystallisirender *Monosulfide* (CaS, MnS, FeS, isomorphe Mischungen derselben); die von H. VOGELSANG in »Die Krystalliten» (Pag. 24—35, Tafel II—III) beschriebenen Globuliten, Longuliten, Margariten und Krystalliten in der Sieg-burger-Schlacke bestehen aus MnS oder (Mn,Ca)S und represen-tiren auf eine typischen Weise den Aufbau der Monosulfide in den Schlacken.

Die *Emaljstruktur* (Pag. 215—225) wird durch die Aus-scheidung unzählig vieler, kleiner, globulitischer Körper her-vorgerufen. Es giebt theils stark SiO_2-reiche Emaljschlacken — mit Sauerstoffverhältniss wenigstens 1 : 2.50 (sich die Ana-lysen No. 150—157), ein in Globuliten und Krystalliten auf-tretendes Silikat, vielleicht $(RO)_2(SiO_2)_3$, führend, (sich Fig. 35) — und theils basische, wo RS-Globuliten die eigenthüm-liche Struktur begründen.

Die *Frischschlacken* (Pag. 225—231) bestehen aus Fayalit, Magnetit und Ueberschuss von FeO; Analyse No. 158 z. B. aus 39.7 % $(FeO)_2 SiO_2$ + [14.5 % Fe_3O_4 + 43.0 % FeO].

Der chemische Theil dieser Arbeit ist hauptsächlich auf den hier mitgetheilten kvantitativen Analysen (in der Anzahl 195)[1]) gegründet. — No. 1—16, 160—171, 172 a—d, 173—175 geben die Zusammensetzungen von Schlacken an, in welchen sich Augit zuerst oder allein gebildet hat; 172 a—d representiren entweder Augit oder Hypersthen, wahrscheinlich das letztere. Die einzige Analyse einer Enstatit-Schlacke ist auf Pag. 251 (als Zusatz) angegeben. No. 17—18 sind Analysen einiger Wolla-stonit-Schlacken; in No. 19 hat sich zuerst Rhodonit, später Faya-lit, in No. 20 gleichzeitig Rhodonit und Augit gebildet. No. 21—23 sind Glimmerschlacken. No. 30—43, 45, 57—59 führen MgO-Olivin, No. 44 Tephroit, No. 24, 46—47, 49—56 Fayalit, No. 28—29 ZnO-reichen Fayalit, No. 27 MnO-reichen Fayalit, No. 26 CaO-FeO-Olivin, No. 60 gleichzeitig CaO-, MnO-, MgO-Olivin und Meli-lith, No. 61—70 das früher erwähnte hexagonale Kalksilikat, No. 85—91 Melilith, No. 92—95 Gehlenit, No. 96—99 das neue, tetra-

[1]) Unter diesen sind 101 aus der Literatur genommen; die übrigen sind (wenn No. 65, 85, 86, 160 und 161 abgerechnet werden) auf der Berg-akademie Stockholms ausgeführt worden; einzelne dieser sind früher in »Jernkontorets Annaler» gedruckt worden, jedoch ohne Erläuterung der mineralogischen Konstitution.

gonale, relativ CaO- und SiO_2-reiche Mineral, No. 100—102 wahrscheinlich auch dasselbe, No. 105—127 (aus der Literatur genommen) ein tetragonales Mineral, am öftesten als Melilith angegeben. No. 128—133, 59, 88, 94—95 sind Analysen Spinell-führender Hohofenschlacken, No. 128 b—133 b die Analysen des betreffenden Spinells (in No. 128—133); No. 28—29 sind Analysen ZnO-Spinell-führender Fayalit-Schlacken; No. 134—135 zeigen die Zusammensetzungen des ZnO-Spinells. No. 136—143, 89—90 sind Schlacken, welche ihres hohen Al_2O_3-Gehalts wegen glasig geworden sind. No. 150—157 sind Emaljschlacken (SiO_2-reiche).

Ein vergleichendes Studium der Analysen zeigt, dass die *Mineralbildung* im Schmelzfluss ganz principiel von der *chemischen Zusammensetzung der Durchschnittsmasse* abhängt; die Mineralien gehen hervor als Produkte der chemischen Affinitäts-Wirkungen der vorherrschenden Bestandtheile (oder *die Mineralbildung beruht auf chemischen Massenwirkungen*). — Die verschiedenartigen *physischen Bedingungen*, welche bei der Bildung der Schlacken möglich sind, üben, wenn eine gewisse Minimums-Grenze für die Krystallisations-Zeit[1]) nicht überschritten wird, nur einen innerhalb enger Grenzen *sekundär modificirenden Einfluss auf die Mineralbildung.*

In den Bisilikat-Schlacken krystallisirt Enstatit aus, wenn die Schmelzmasse mehr MgO (mit FeO) in Verhältniss zu CaO (mit MnO) als: 2.44 MgO : 1 CaO führt —, dagegen Augit, wenn mehr CaO vorhanden ist als: 1.40 : 1 CaO, (sieh Pag. 250—252). Augit bildet sich, so lange der CaO-Gehalt grösser ist als nach dem Verhältnisse 0.35 MgO : 1 CaO (Pag. 252). Wenn der CaO-Gehalt über die Grenze 0.30 MgO : 1 CaO wächst, scheidet sich Wollastonit oder das früher erwähnte Kalksilikat aus (das erste wahrscheinlich hauptsächlich in den relativ SiO_2-reichen Schmelzmassen, das zweite in den relativ SiO_2-armen). — Rhodonit bildet sich in Bisilikat-Massen, wenn mehr MnO in Verhältniss zu RO (ɔ: CaO, MgO, FeO) vorhanden ist als: MnO : 0.9 RO — dagegen Augit bei einem kleineren MnO-Gehalt als nach dem Verhältnisse 1 MnO : 7 MnO; bei einem mittleren MnO-Gehalt, nämlich bei 1 MnO :

[1]) Diese ist für (Al_2O_3-freie Mineralien) z. B. das neue, tetragonale Mineral (wenn die Schmelze nicht Al_2O_3 hält) nur einige Minuten, höchstens 5—7 —, für Al_2O_3-Mineralien in stark Al_2O_3-reichen Schmelzen dagegen mehrere Stunden bis Tage (cfr. z. B. die Analysen No. 136—143, 89—90).

1.82 RO, können sich Rhodonit und Augit gleichzeitig bilden. (Pag. 254—257).

In Schmelzmassen ungefähr bei Singulosilikat zusammensetzung bildet Olivin sich immer, wenn mehr RO (ɔ: MgO, MnO, FeO) in Verhältniss zu CaO (mit Na_2O, K_2O) als: 1 RO : 1.10—1.20 CaOvorhanden ist (die erste Grenze gilt bei einem grossen Al_2O_3-Gehalt, von ca. 20 %, die zweite bei einem kleinen, von ca. 3 %) —, dagegen Melilith oder einer der übrigen, tetragonalen Mineralien bei einem grösseren CaO-Gehalt als nach dem Verhältniss: 1 RO : 1.25—1.35 CaO (die Grenze ist etwas variirend nach dem Al_2O_3-Gehalt); sieh Pag. 259—266. In Schmelzmassen, welche genau im Zwischenraume der Grenzen liegen (z. B. No. 60) können gleichzeitig Mineralien der beiden Gruppen sich bilden.

Die Pyroxen-Mineralien mit dem hexagonalen Kalksilikat scheiden sich nur in Schmelzmassen aus, welche mehr SiO_2 enthalten als nach dem Sauerstoffverhältniss[1]) 1 : ca. 1.50—1.60 —, dagegen Olivin und die erwähnten tetragonalen Mineralien nur in Schmelzmassen, welche weniger SiO_2 enthalten (Pag. 267—268). Die Grenze zwischen den Schlacken, welche das hexagonale Kalksilikat und ein der tetragonalen Mineralien enthalten, scheint genau beim Sauerstoffverh. 1 : 1.42—1.45 zu liegen (Pag. 269); die Grenze zwischen den Augit-Schlacken und denjenigen, welche tetragonale Mineralien führen, bei 1 : 1.50—1.53 (Pag. 269) und zwischen den Augit- & Enstatit- und den Olivin-Schlacken bei ca. 1 : 1.55 (Pag. 269—270). — Vorhanden sein von mehr oder weniger Thonerde scheint die oben angegeben Grenzen nur ganz wenig zu ändern.

Innerhalb der Gruppe der tetragonalen Mineralien bildet das neue, relativ SiO_2- und CaO-reiche Glied sich zwischen den Sauerstoffverh. ca. 1 : 1.35—1.50 (vielleicht ausschlieslich, wenn nur wenig Al_2O_3 vorhanden ist) — und Gehlenit nur in Schmelzmassen, welche gleichzeitig stark basisch (unter ca. 1 : 0.80) und Al_2O_3-reich sind; der eigentliche Melilith hört im Zwischenraume (in chemischer Beziehung) der beiden übrigen zu Hause.

Die saueren Emaljschlacken enthalten immer mehr SiO_2 als nach dem Sauerstoffverh. 1 : ca. 2.50.

Der Thonerde-Gehalt geht in den Pyroxen-Mineralien der Schlacken als $Al_2O_3 . (SiO_2)_3$ hinein; auch in den etwas mehr

[1]) Mit dem ganzen Al_2O_3-Gehalt als Base gerechnet, sieh später.

basischen, nämlich mit Sauerstoffverh. grösser als ca. 1 : 1.10, muss Al_2O_3 mit SiO_2 verbunden sein, denn sonst würde die oben gefundenen Grenzen zwischen den Olivin-Melilith- und den Pyroxen-Mineralien u. s. w. sich in ein gesetzloses Durcheinander auflösen. — Spinell (oder freies Aluminat, das immer nach der Formel RO . Al_2O_3 zusammengesetzt ist) tritt nur in sehr stark basischen und gleichzeitig Al_2O_3- und MgO-reichen Schlacken auf (mit Sauerstoffverh. in Max. 1 : 1.00; die Tabellen Pag. 154 oben zeigen die wichtigsten chemischen Bedindungen einiger Schlacken, worin sich Spinell gebildet hat, die Tabellen Pag. 154 unten und Pag. 155 oben dagegen diejenigen einiger nicht Spinell-führender Schlacken). Die chemischen Affinitäts-Verhältnisse, auf denen die Spinell-Bildung beruht, werden von den bei Schlacken möglichen Variationen der physischen Bedingungen nur innerhalb enger Grenzen beeinflust[1]).

Als Resultat dieser Untersuchungen geht hervor, dass das Sauerstoffverh. auf folgende Weise berechnet werden muss: In Schmelzmassen mit einer nicht allzu geringen SiO_2-Menge (über 36—40 %, wenn die MgO- und Al_2O_3-Menge nicht abnorm gross ist) wird der ganze Sauerstoff-Gehalt der Thonerde ohne weiteres mit demjenigen der RO-Basen[2]) zusammen addirt; nur in den mehr basischen wird bisweilen (sieh Pag. 154) ein Theil der Al_2O_3-Menge (zwischen sehr wenig und der Hälfte) zur Bildung der Verbindung RO. Al_2O_3 weggerechnet.

Die Resultate der chemischen Untersuchungen betreffs der Affinitäts-Wirkung zwischen SiO_2, CaO (mit etwas Na_2O, K_2O), MgO (mit FeO, theils auch MnO) und Al_2O_3 sind graphisch auf der Tabelle Fig. 36 (Pag. 274) angegeben. Auf der Ordinat-Achse ist das Sauerstoffverh.[3]), auf der Abscisse-Axe die Proportion zwischen MgO und CaO (1.0 CaO : 0.0 MgO, 0.9 CaO : 0.1 MgO, u. s. w.) abgesetzt[4]). Die Zahlen weisen auf die Analysen-Nummer hin; die Spinell-haltigen Schlacken sind mit Punkt und Ring angegeben. — Die verschiedenartig schraffirten Felder zeigen graphisch die Zusammensetzungen derjenigen Schmelzmassen, wo die verschiedenen Mineralien sich bilden.

---

[1]) Es scheint, dass die Affinität zwischen Al_2O_3 und MgO mit wachsender Temperatur gesteigert wird.

[2]) Cu_2O in stark basischen Schlacken wird in diesen nicht mitgenommen; RS wird zuerst weggerechnet.

[3]) Durchweg mit Al_2O_3 als Base gerechnet, auch in den stark basischen Schmelzmassen, um auch die Spinell-Bildung graphisch anzugeben.

[4]) Die Analysen führen selten unter 4 % Al_2O_3.

In praktisch-metallurgischer Beziehung kann man die hier gewonnenen Resultate unter anderem dazu brauchen die Zusammensetzung der Schlacken approximativ nach der Struktur und den sich bildenden Mineralien, welche immer nur nach einzelnen, leicht erkennbaren Typen krystallisiren, zu bestimmen.

Bei denjenigen Eruptivgesteinen (mit Typus Basalt), welche bei der Eruption ungefähr denselben physischen Bedingungen unterworfen waren wie unsere Schlacken, geschieht die Mineralbildung ziemlich genau nach denselben chemischen Gesetzen, die an und für sich von genereller Natur sind, wie bei Schlacken; die Krystallisations-Serie z. B. der Basalte lässt sich folglich nach Schemata mit Typus Fig. 36 aus der Zusammensetzung der ursprünglichen Schmelzmasse ableiten. — Die Untersuchungen der Schlacken, welche als künstliche Gesteine (von sehr verschiedenen chemischen Zusammensetzungen, aber immer bei ziemlich genau denselben physischen Bedingungen gebildet) aufzufassen sind, führen zu dem Resultat, dass die Ursache der Mineralbildung bei Eruptivgesteinen im Allgemeinen in höherem Grad, als man gewöhnlich anzunehmen geneigt ist, in der chemischen Zusammensetzung der Durchschnittsmasse (ɔ: in den chemischen Affinitets-Verhältnissen der auftretenden Bestandtheile) zu suchen ist.

Das Material der vorliegenden Untersuchungen habe ich hauptsächlich von der Bergacademie Stockholms, durch freundliches Entgegenkommen des Hern Professor R. Åkerman, erhalten; von sehr wesentlicher Bedeutung wurde dies Material namentlich dadurch, dass die meisten Proben vorher kvantitativ untersucht waren. Meine Untersuchungen sind fast ausschliesslich am mineralogischen Institut der Universität Stockholms ausgeführt, wo ich täglich mit Herrn Professor W. C. Brögger über den Gang der Untersuchungen konferirt habe.

Indholdsfortegnelse.

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band 9. N:o 2.

REDOGÖRELSE

FÖR

DEN TILLSAMMANS MED G. DE GEER ÅR 1882 FÖRETAGNA

GEOLOGISKA EXPEDITIONEN TILL SPETSBERGEN.

AF

A. G. NATHORST.

MED EN KARTA.

MEDDELADT DEN 14 NOVEMBER 1883.

STOCKHOLM, 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Sedan under alla de svenska expeditionerna till Spetsbergen, från 1837 till 1873, geologiska forskningar derstädes hade blifvit företagna, kunde detta lands geologiska byggnad till sina hufvuddrag anses såsom temligen väl känd. De omfattande paleontologiska samlingar, hvilka samtidigt hopbragts, hade derjemte, bearbetade af skicklige fackmän såväl inom som utom vårt land, — på samma gång de vidgade kännedomen om forntidens djur- och växtverld — lemnat ytterligt vigtiga bidrag till frågan om de fordom på vår jord rådande klimatologiska förhållandena. Men de vunna resultaten manade på samma gång ifrigt till fortsättning af dessa arbeten, en stor mängd vigtiga frågor återstodo allt jemt ännu att lösa; och det ligger ju i sakens natur att ett land, der flere geologiska system äro representerade, ej kan blifva i geologiskt hänseende så snart utforskadt som samma lands flora och fauna, hvilka så att säga representera endast *ett* dylikt system. Då genom enskild persons frikostighet Sveriges deltagande i de internationela meteorologiska observationerna inom polartrakterna hade blifvit möjliggjordt, och upprättandet af ett svenskt meteorologiskt observatorium på Spetsbergen i sammanhang dermed af vederbörande beslutats, hemstälde derför chefen för Sveriges Geologiska Undersökning, professoren m. m. O. M. Torell, i en till Vetenskaps-Akademien ingifven och af bemälde Akademi till Kongl. Maj:t öfverlemnad och förordad skrift, att tillfälle måtte beredas för två geologer att medfölja den sjöexpedition, som skulle komma att i och för inrättandet af omnämnde fysikaliska observationsstation till Spetsbergen afgå, och att ett anslag af 5,500 kronor af allmänna medel måtte beredas till bestridande af de kostnader, som dessa geologers forskningsresa beräknades

skola medföra. På grund af hvad i ärendet förekommit föreslog Kongl. Maj:t i statsverksproposition för 1882, att Riksdagen måtte bevilja det begärda beloppet, hvilken framställning äfven vann Riksdagens bifall.

Sedan Vetenskaps-Akademien bland sina ledamöter utsett professoren, friherre A. E. NORDENSKIÖLD samt chefen för Sveriges Geologiska Undersökning, professoren O. M. TORELL att träffa aftal med till utförande af de i fråga satta geologiska undersökningarne lämpliga geologer, blef ledningen af den geologiska expeditionen anförtrodd åt mig och till min följeslagare utsågs biträdande geologen vid Sveriges Geologiska Undersökning, filosofie kandidaten, frih. GERARD DE GEER.

Enligt den ursprungliga planen skulle expeditionen till Spetsbergen kostnadsfritt få medfölja det fartyg, som skulle öfverföra den meteorologiska stationens personal, under det att återresan efter derom på förhand skedt aftal borde ske med något fångstfartyg från Hammerfest eller Tromsö. På Spetsbergen skulle deremot geologerna taga sig fram i en för ändamålet förhyrd fångstbåt, bemannad med 4 man samt ha till sin disposition tält och annat för båtfärder nödigt material. Sedan emellertid tiden för den meteorologiska expeditionens afgång blifvit sålunda bestämd, att denna expedition skulle komma att inträffa vid Isfjorden först omkring den 12 Juli, kunde man med skäl emot det första förslaget invända, att geologerna då endast finge en del af sommaren till sin disposition, och föga bättre gestaltade sig saken, om de medföljde ett fångstfartyg på våren och återvände med den meteorologiska expeditionens, enär i så fall hela Augusti månad, hvilken på Spetsbergen i många hänseenden är den bästa arbetstiden, då icke hade kunnat användas. Under sådana förhållanden återstod ej annat än att försöka anskaffa medel för att kunna förhyra ett för expeditionens räkning uteslutande afsedt fartyg, och genom offervillighet från flere håll blef äfven den erforderliga summan hopbragt. Med tacksamhet bör omnämnas professor NORDENSKIÖLDS godhetsfulla medverkan till ernåendet af detta lyckliga resultat. De enskilde män, som lemnade expeditionen bidrag, voro grosshandlaren R. ASTRUP, bokförläggaren F. BEIJER, universitetskansleren, frih. L. DE GEER, hvarjemte »LARS HJERTAS MINNE» och »STOCKHOLMS HÖGSKOLA» äfven understödde densamma, med vilkor från den

förra stiftelsen, att expeditionen i den mån sådant vore görligt skulle söka insamla bidrag för utrönandet af möjligheten af en gradmätning långs Spetsbergens vestkust samt eftersöka post-miocena försteningar. För Stockholms högskolas räkning skulle deremot expeditionen verkställa zoologiska insamlingar. Den på så sätt erhållna summan steg inalles, statsanslaget inberäknadt, till 9,300 kronor, och expeditionen ansåg sig sålunda kunna förhyra i Tromsö hemmahörande jakten Bjona, hvilket för en resa på fyra månader betingade 6,500 kronor. Till expeditionens utrustning, proviantering, deltagarnes resa från Stockholm till Tromsö och åter samt frakt i Norge af expeditionens ej obetydliga bagage, återstod sålunda 2,800 kronor, en summa, som ej visade sig fullt tillräcklig, ehuru den uppkomna bristen sedermera betäcktes genom återförsäljning af den ej förbrukade delen af expeditionens utrustning, ishafsfångst m. m. En ej obetydlig utgiftspost, nemligen frakten af bagaget från Stockholm till Storlien och tvärt om, blef genom generaldirektör TROILII förekommande välvilja inbesparad, i det att denne godhetsfullt tillät, att sagde bagage finge på statens jernvägar fraktfritt befordras.

I den skrifvelse, genom hvilken Vetenskaps Akademiens kommitterade anförtrodde uppdraget åt den i fråga varande expeditionen åt förut nämnde geologer, heter det att »utredandet af de frågor, hvilka omförmälas i Kongl. Akademiens underdåniga hemställan om beviljande af detta anslag (statsanslaget) i första rummet bör åsyftas.» Till grund för Akademiens hemställan låg dels en af professor TORELL författad promemoria, dels ett af Akademien öfver densamma inhemtadt yttrande, afgifvet af hennes tvenne ledamöter, professor NORDENSKIÖLD och grufgeologen, dr A. E. TÖRNEBOHM. Ur den förstnämnda tillåter jag mig att anföra följande: »Urformationen, hvilken såsom bekant bildar allra största delen af vårt lands fasta berggrund, uppträder äfven på Spetsbergen, och (vid Wijdebay samt emellan denna och Isfjorden) under den sannolikt siluriska s. k. Heklahookformationen förekomma mäktiga aflagringar af kristalliniska skiffrar, såvidt hittills är kändt utan försteningar. En motsvarighet till de senare har man måhända inom den centrala delen af skandinaviska halfön, hvarest liknande bildningar af ännu outredd ålder hafva vidsträckt utbredning. En länge förgäfves eftersträfvad rigtig uppfattning af dessas geologiska plats skulle måhända väsent-

ligen underlättas genom ett närmare studium af ofvan åsyftade bergarter i höga norden och deras förhållande till formationer, hvilkas ålder redan är afgjord.

Under fortgången af de geologiska undersökningarne i vårt land yppa sig esomoftast stora svårigheter att tolka företeelser inom de här allestädes utbredda aflagringarne från istiden. Endast genom noggranna och omfattande forskningar vid nutida jöklar blir detta möjligt, och bättre tillfälle härtill torde knappast finnas än på Spetsbergen.»

I sitt yttrande till Akademien öfver professor TORELLS förslag betona herrar NORDENSKIÖLD och TÖRNEBOHM vigten deraf, att ett tillfälle sådant som det nu förevarande icke måtte försummas att på Spetsbergen söka bidrag till de skandinaviska fjellskiffrarnes geognosi, hvilket borde blifva hufvudföremålet för geologernas uppmärksamhet; att, så länge man endast kände de nämnda skifferbildningarnes *södra* gräns, deras geognosi (på grund af frånvaron af yngre formationer) dock svårligen kunde blifva nöjaktigt utredd, innan äfven den *norra* gränsen blefve uppsökt och undersökt, hvartill icke funnes någon möjlighet annat än på Spetsbergen.

Vid försök att utreda Heklahooksystemets ålder hade man å ena sidan att utforska dess förhållande till sådana yngre system, hvilkas ålder förut var känd, å den andra att inom detsamma eftersöka försteningar. Af flere skäl måste jag anse det förra såsom allra vigtigast och stälde derför resan derefter. Ty vid de föregående expeditionerna har man enligt NORDENSKIÖLD i dessa bildningar »icke lyckats påträffa några försteningar, oaktadt ifrigt letande i lagerserier af tusentals fots mägtighet och oaktadt Heklahook-skiffern genom sin finhet och brist på kis tyckes hafva varit synnerligen väl egnad att bevara de organismer, som i den inbäddats.» Om nu större delen af arbetstiden utan framgång offrats åt ett fortsatt letande efter försteningar, hade expeditionens geologiska resultat ej kunnat blifva synnerligen omfattande, och om man åter lyckats finna sådana försteningar, som i de skandinaviska högfjellsbildningarne pläga förekomma, nemligen obestämbara enkrinitleder och dylikt, hade man beträffande systemets ålder ej vetat synnerligen mer än förut, så länge den geologiska åldern af närmast följande bildningar icke vore afgjord. Detta var särskildt fallet med Liefdebaysystemet, i hvilket visserligen af NORDENSKIÖLD och MALMGREN 1868 samt af WILANDER

och mig 1870 några fjäll m. m. af fiskar blifvit funna, men hvilka voro otillräckliga för säker bestämning. För afgörande af Heklahooksystemets ålder fordrades derför i första rummet afgörandet af Liefdebaysystemets. Genom att hufvudsakligen studera det förra vid gränserna mot yngre bildningar vann man dessutom den stora fördelen att äfven kunna egna sig åt undersökning af dessa, och skulle frågan om Heklahook-systemets ålder ej kunna besvaras, borde dock expeditionen i alla händelser kunna lemna andra geologiska resultat af vigt. Särskildt borde uppmärksamhet egnas åt den geologiska kartläggningen samt uppgående af lagerserierna på olika ställen för att komma underfund med den grad af regelbundenhet, som mellan och inom de respektive systemen vore rådande. Hvad undersökningen af de glaciala förhållandena beträffar, har man på Spetsbergens vestkust tillfälle dertill snart sagdt hvar som helst.

Tillfälle att undersöka Heklahooksystemets förhållande till yngre bergarter gifves antagligen vid Sydkap samt dessutom på vestkusten i bottnen af Hornsund, vid mynningarne af Belsund och Isfjorden; längre norrut var det ej meningen att expeditionen skulle segla. Efter hvad jag iakttagit 1870 borde Liefdebaysystemet bäst kunna undersökas vester om Pyramidberget, nära bottnen af Klaas Billen Bay, i hvars närhet äfven de kristalliniska skiffrarne äro anstående. Postmiocena försteningar, hvilka vi ju äfven hade till uppgift att eftersöka, borde man snarast kunna vänta sig vid Sundevalls berg i Belsund samt söder om kuststräckan mellan Greenharbour och Adventbay. I enlighet härmed var det meningen att först ställa kosan till Sydkap, derefter i ordning undersöka Hornsund, Belsund och Isfjorden. Att denna plan ej till alla delar kunde förverkligas berodde af de i de arktiska trakterna så oberäkneliga is- och vindförhållandena, men till ersättning för det, som härigenom ej nu kunde vinnas, erhölls mycket annat, hvilket man på förhand ej kunnat beräkna, och expeditionens resultat kunna anses såsom mycket goda. Den redogörelse för densamma, som i det följande lemnas, är endast afsedd att skildra resans och våra arbetens allmänna förlopp, de rent vetenskapliga resultaten komma att behandlas i särskilda arbeten, hvarvid berggrundens geologiska byggnad framställes af mig, de glaciala förhållandena af friherre De Geer. De paleontologiska samlingarne hafva redan beskrifvits, eller

komma de att behandlas, af olika fackmän såväl inom som utom vårt land. Liefdebaysystemets fisklemningar hafva blifvit undersökta af professor E. RAY LANKESTER [1]), dess ostrakoder äro redan beskrifna af professor T. RUPERT JONES [2]), båda i London; bergkalkförsteningarne äro bestämda af professor G. LINDSTRÖM med undantag för Fusulinorna, hvilka behandlats af Dr A. GOËS [3]), samt spongierna, hvilka skola beskrifvas af Dr E. v. DUNIKOWSKI i München; trias- och juraförsteningarne äro beskrifna af professor B. LUNDGREN [4]), de tertiära musslorna af professor TH. FUCHS [5]) i Wien; de fossila växterna från olika system komma att beskrifvas af mig. De meteorologiska observationer, hvilka utfördes af frih. DE GEER eller under hans ledning af kapten MARCUS JOHNSEN, hafva blifvit öfverlemnade till den meterologiska expeditionens chef för att bearbetas i samband med sagde expeditions iakttagelser; öfver de botaniska iakttagelser, hvilka under resan utförts, har jag redan publicerat ett par särskilda arbeten [6]). Några zoologiska observationer meddelas redan här; de hemförda zoologiska samlingarne äro för öfrigt ännu icke bearbetade. Äfven några bidrag till Spetsbergens geografi komma att i denna redogörelse omnämnas. I tidskriften »Ymer» är en beskrifning öfver Tempelbays kartläggning [7]) redan offentliggjord.

Enligt kontraktet skulle Bjona vara färdig att afgå från Tromsö den 1 Juni, och då vi samma dag ändtligen hunnit afsluta bestyret med vår återstående utrustning, fick Bjona vid sextiden på e. m. lyfta ankar. Vinden var icke gynsam, utan vi måste kryssa; den mojnade slutligen af, hvarför vi

---

[1]) E. RAY LANKESTER, Report on the fragments of fossil fishes from the palaeozoic strata of Spitzbergen. Sv. Vet.-Akad. Handl., Bd 20, N:o 9.

[2]) T. RUPERT JONES, Notes on the palæozoic bivalved Entomostracea. Annals and Magazine of Natural History, October 1883.

[3]) A. GOËS, Om Fusulina cylindrica FISCHER från Spetsbergen. Öfversigt af Vet.-Akad. Förhandlingar 1883, N:o 8.

[4]) B. LUNDGREN, Bemerkungen über die von der schwedischen Expedition nach Spitzbergen 1882 gesammelten Jura- und Trias-Fossilien. Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handl. Bd 8. N:o 12.

[5]) TH. FUCHS, Ueber die während der schwedischen geologischen Expedition nach Spitzbergen im Jahre 1882 gesammelten Tertiärconchylien. Bihang till Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd 8, N:o 15.

[6]) A. G. NATHORST, Nya bidrag till kännedomen om Spetsbergens kärlväxter och dess växtgeografiska förhållanden. Svenska Vet.-Akad. Handl, Bd 20, N:o 2; och Studien über die Flora Spitzbergens. Engler's bot. Jahrbücher. Bd 4, Heft 4, 1883.

[7]) A. G. NATHORST, Kartläggningen af Tempelbay, ett bidrag till Spetsbergens geografi. Med karta. Ymer 1883, sid. 130.

för natten lade oss för ankar vid norra ändan af Tromsön. Vi hade således ej hunnit långt, men det var i alla fall rätt angenämt att ej längre behöfva tänka på ekipering eller provianteriug, hvilket under den sista månaden skaffat oss föga ro. Vi hade lemnat Stockholm den 16 Maj och anländt till Tromsö på aftonen den 24. Dagarne mellan 25 Maj och 1 Juni användes i Tromsö för att fullständiga vår ekipering, hvilket naturligtvis medfört mycket bråk. Nu var detta förbi, vore något glömdt, så kunde det icke längre anskaffas, dermed var saken afgjord; vi funno dock så småningom, att vi voro mycket väl försedda, vi hade ej glömt något mer än en vattenkaraffin, och som kaptenen hade två af detta slag blef till och med denna lilla obetydlighet strax afhjelpt. Medan Bjona nu ligger för ankar torde det kunna lämpa sig att nämna några ord om fartyget och dess besättning. Den förste egaren till Bjona hade sjelf byggt fartyget och uppkallat det efter en sjö med samma namn, vid hvilken han hade sin boning. Fartyget är en jakt af sjutton commercelästers drägtighet och var för resan försedd med ishud; däckets längd är 17 meter, bredden närmast under däck är vid aktern 4,6 m., vid midten 5,2 m. och vid fören 4,9 meter. Kajutan var relativt rymlig och trefligt inredd, nymålad, på ömse sidor försedd med en ganska rymlig, ehuru naturligtvis låg, koj, framför kojen en fast bänk, hvilken inuti hade rum för dryckesvaror m. m. Midten af den vägg, som skilde kajutan från lastrummet, upptogs af ett fyrkantigt bord, öfver detta hängde på väggen en spegel, på ömse sidor om spegeln en bokhylla, i hvilka böckerna äfven vid rätt stark sjögång stodo säkert och lätt tillgängliga. I hörnen funnos små skåp med hyllor för porslin och småsaker, innanför ingången stod en kamin, och dessutom fanns, genom en dörr skild från kajutan, en klädesgarderob. I det stora hela var således inredningen både beqväm och treflig, för mig till och med i oväntadt hög grad, ty jag hade beredt mig på ett lika trångt utrymme som under 1870 års färd, då vi ej kunde stå upprätta i vår lilla kajuta, hvars alla dimensioner voro de minsta möjliga. Fartygets nuvarande egare, kapten MARCUS JOHNSEN, medföljde sjelf på färden, han hade förut besökt Spetsbergen fyra gånger, dels på hvitfiskfångst, dels på torskfiske, dock icke med Bjona, som nu gjorde sin första Spetsbergsresa. Utom kaptenen utgjordes besättningen af 6 man och en gut; B. E. OPLAND.

styrman, hade besökt Spetsbergen en gång förut på torskfiske, KLAUS PEDERSEN, harpunerare, hade gjort flere resor såväl till Spetsbergen som Novaja Semlja, MELCHER LUND hade äfven besökt Spetsbergen några gånger förut, EDVARD INGBRIGTSEN hade varit på Spetsbergen en gång förr, OLE JOHAN JOHANNESEN gjorde nu sin första Spetsbergsresa och likaså kocken OLUF OLSEN, som dock förut varit med på ångbåten »OSCAR DICKSONS» färd och förlisning i Gydaviken. Gutten JOHAN JOHNSEN, kaptenens son, gjorde nu äfven sin första Spetsbergsfärd.

Sedan vi lagt oss för ankar vid Tromsön lemnade oss fångstmannen PEDER JOHNSEN, hvilken medföljt hit. Denne, en deltagare i Vega-färden, skulle snart medfölja den svenska meteorologiska expeditionen till Spetsbergen och hade under vår vistelse i Tromsö varit oss till stor hjelp vid anskaffandet af det, som ännu felades i vår utrustning. DE GEER rodde äfven i land för att söka komma åt några vildgäss, som der hade sitt tillhåll, men de voro för varsamma.

Den 2 Juni på morgonen började det blåsa sydlig vind, hvarför vi vid 8-tiden kunde segla vidare. Vinden höll i hela dagen, så att vi på aftonen hunno utanför N. Fuglö, och redan här visade sig enstaka havhestar såsom ishafvets första förebud. Präktiga strandlinier syntes under färden. Följande dag tilltog vinden allt mera, så att vi med rask fart hunno norrut. Men nu yppade sig en olägenhet, hvarpå vi förut ej tänkt; af fartygets slingringar kom vattnet i kölrummet i rörelse, inpregnerade kajutan med sina vedervärdiga dunster samt tvingade oss att, oaktadt den kyliga och regniga väderleken, hålla oss på däck. Fartyget hade nemligen tyvärr ej hunnit fullständigt rengöras sedan det på våren varit på resa till Finmarken med last af fisk, och följden häraf fingo vi nu erfara, så mycket mera som icke tillräckliga desinfektionsmedel funnos ombord. De olidliga och helt säkert giftiga dunsterna föranledde en af något feber åtföljd sjukdom, lik sjösjuka; på hemvägen förekoms denna genom intagande af china; DE GEER stod sig bättre. På natten slog vinden om till nordlig, hvarför tillfället syntes lämpligt att vid ett-tiden på morgonen den 4:de släppa en af de från Tromsö medförda dufvorna, hvilka på försök skulle tjenstgöra som brefdufvor. Vi voro då nära 73 breddgraden, men dufvan kom aldrig fram. Vid middagstiden syntes på afstånd drifis, åtföljd af sprutande

hvalar. Vi kommo in i isen så småningom, hvilken dock ännu var helt gles. Alkor svärmade nu omkring, stundom syntes enstaka lunnefoglar samt rotges. Kryssade hela dagen för svag motvind, på natten blef det stiltje. På morgonen den 5:te blef vinden mera nordvestlig, fastän mycket svag, vi voro nu ur isen, regnblandad snö föll emellanåt, några vildgäss flögo förbi fartyget, en enstaka säl visade sig. Sökte loda, men nådde icke botten med 100 famnars lina. Vid middagstiden mötte oss åter rätt mycket is, vi kommo in i ett drifisfält, och som öppet vatten syntes på andra sidan derom, beslöts att styra tvärs genom drifisen. En grönlandssäl, som låg på ett isstycke, helsades med en kula, den lyckades dock vältra sig ned, efterlemnande en strimma af blod. Längre fram syntes flere sälar på isen, vi satte ut den lilla båten, sköto två stycken, som vi fingo, samt dessutom en, som kastade sig ned i vattnet och sjönk. Vi seglade nu med god fart genom isen mot det öppna vattnet, fingo dugtiga knuffar emellanåt. I förbifarten sköto vi tvenne sälar från fartyget, den ena var en stor hona af klapmytsen (*Cystophora cristata*), af hvilken endast 1858 års svenska expedition erhållit ett exemplar, likaledes bland drifis i närheten af Beeren Eiland. Tyvärr förlitade jag mig på besättningens uppgift, att det var en icke fullvuxen storkobbe och märkte misstaget först sedan jag hade aftagit kraniet, hvarför detta blef det enda, som för zoologiskt ändamål kunde tillvaratagas. Emellertid visade sig isen på sina ställen full af säl, och då vi väl hunnit genom densamma fick Bjona lägga bi, fångstbåten sattes ut och vi begåfvo oss åter in i isen på jagt. När vi återvände hade vi fått sju stycken, och kaptenen, som samtidigt varit ute med den lilla båten, hade fått fyra. Dessa voro dock på långt när ej alla som dödats, en stor mängd af dem vi skjutit hade lyckats komma i vattnet och sjunkit. Sälen är nemligen vid denna tid på året så mager, att den icke flyter. Alla, som vi sågo, voro med undantag af den omnämnda klapmytsen, grönlandssälar, gamla (svartsidor) och ungar (dessa gulaktiga och fläckiga). De voro väl nu stadda på återtåg från Jan Mayen.

Den 6:te Juni på morgonen skulle vi enligt beräkning vara omkring 10 mil från Beeren Eiland, men seglade vidare hela dagen utan att få syn på land; på aftonen åter något drifis. Ej heller syntes land den 7:de, och då några längd-

observationer i brist på kronometer ej kunde göras, började vi misstänka, att vi kommit något ur kursen. Då det nu lämpade sig bättre för segling norrut lemnades Beeren Eiland tills vidare åt sitt öde, och vi styrde rak kurs mot Sydkap. Emellertid blef vinden snart nordlig, hvarför vi återigen togo kurs mot öster, kommo så in i is, som blef allt tätare och tätare, tills kaptenen förklarade sig ej längre våga fortsätta åt detta håll, af fruktan att blifva innesluten, så mycket mera som från masttoppen ingen öppning var märkbar. Vi vände således åter mot vester, tills vi nådde iskanten, hvilken vi följde mot nordvest. DE GEER uttog denna dag hjernan ur ett sälkranium, ett mycket tidsödande arbete. Den 8:de Juni följdes drifiskanten eller seglade vi genom is, det var åter soligt väder med säl på isen. Vi gjorde jagt och fingo 10 stycken. En snösparf kom ombord på fartyget, men lemnade det snart och slog ned på ett drifisfält. Drifisen bör om våren och törhända äfven om hösten i hög grad underlätta dessa foglars flyttningar till och från Spetsbergen. Vid middagstiden sades vi vara vid 75° 8′ n. br. och troddes vara vid 18° 3′ ostl. longit. Seglade i is allt jemt till sent på aftonen, då vi kommo ut i öppet vatten med stark sjögång. Den 9:de kryssades hela dagen i öppen, ganska stark sjö, på qvällen passerades obetydligt is. Den 10:de Juni fortfarande stark sjögång, ingen is utom någon gång något enstaka stycke. I dag kunde ändtligen solhöjden tagas, utvisande att vi befunno oss vid Sydkaps bredd; vi hade sålunda kommit för långt vesterut, drifisen måste hafva sträckt sig ovanligt långt mot detta håll. Vi styrde nu mot nordost, fortfarande under mycket stark sjögång, en seglare hade varit synlig på morgonen, men åter försvunnit.

Den 11 Juni på morgonen kom ändtligen land i sigte, vi hade kurs mot sträckan mellan Hornsund och Belsund. Till en början syntes blott bergens nedre del, öfre delen var höljd i dimma. Norrut syntes Forelandet belyst af solen, snöbetäckt. Dimman försvann så småningom, och vinden mojnade af, vi lågo 4 à 5 mil från land och hade en särdeles vacker utsigt öfver hela södra Spetsbergen, t. o. m. Hornsunds tinder voro på eftermiddagen molnfria, med bländhvita, snöhöljda toppar. Vi satte ut båten och insamlade några i hafsytan lefvande krustaceer m. m. På qvällen kom något vind, så att vi började segla mot Dunöarne, men vi hunno ej särdeles långt,

utan på morgonen den 12:te voro vi fortfarande långt från land. Kapten JOHNSEN hade lagt ut bottenskrapan från fartyget tidigt på morgonen och gjort en ej obetydlig skörd. Vi läto sätta ut båten och rodde till Isöarne, hvilka dock till större delen ännu voro snöbetäckta. En gammal strandbildning med *Mytilus*, hvalkotor m. m. var nästan det enda märkliga i geologiskt hänseende; fotspår i snön visade att äggsamlare varit här före oss, men det var kanske väl tidigt på året för att man skulle kunna vänta sig någon äggskörd. Af foglar sågo vi ejder, prutgäss, en alfogel; fjaerplytten höll sig ännu i flock, snösparfvar syntes äfven. Liksom redan bland drifisen kunde man här på glacierkalfvarne iakttaga huru isens yta vid smältningen erhåller en nästan bikakelik struktur genom intill hvarandra stälda, halfspheriska urgröpningar, i hög grad erinrande om ett ytfenomen, som under vissa förhållanden kan iakttagas såväl på urkalk som på saltholmskalk och silurisk kalk, fastän företeelsen ännu ej blifvit nöjaktigt förklarad. Isöarne bestå af till Heklahooksystemet hörande glimmerförande qvartsiter m. m. På återfärd till fartyget sköt jag en liten stenkobbe *(Phoca hispida)*, hvilken krupit upp att sola sig på ett isstycke. Detta var så litet att skottet ögonblickligen måste döda, i annat fall hade den vid minsta rörelse fallit i vattnet; det var derför tur att kulan träffade hjertat, så att djuret endast sjönk tillsammans utan att röra sig. I det gröngråa vattnet utanför glacieren sågo vi en teist dyka nära invid båten, och det syntes tydligt huru den dervid använde vingarne. Utanför Dunöarne lågo oerhörda massor af rotges. Det var fortfarande stiltje, men på morgonen den 13:de kom ändtligen något vind, så att vi kunde styra ned till Dunöarne och lägga oss för ankar der. Vi läto genast sätta ut fångstbåten och rodde till stranden söder om det storartade och på grund af sina moränbildningar intressanta isfjell, hvilket vi efter expeditionens förste upphofsman kallat »*Torells glacier*». På vägen sköts en gammal hane af storkobben (*Ph. barbata*), och såsom bevis på detta djurs seglifvenhet torde tilldragelsen något böra omnämnas. Liggande på ett isstycke fick han först en kula i bakre delen af kroppen, hvilket dock ej synnerligen mycket tycktes besvära honom. Då han sedan skulle ge sig undan sköts han efter en stunds jagt med en kula genom hufvudet, hvarpå han harpunerades för att halas i båten. Men fastän hufvudet var krossadt började han åter

lefva upp, och då han var för tung att tagas omedelbart i båten, bogserades han till ett isstycke, der han ändtligen blef dödad och upphalad. — Öfver det snöbetäckta låglandet vandrade vi till glacierens ofantliga södra sidomorän, en lång väg och besvärlig, ty vi hade denna dag ej skidor, och snön än bar än brast. Enstaka bara fläckar funnos der och hvar, och fastän de ej voro större än att man skulle kunnat hoppa öfver dem, hade dock solvärmen redan framlockat såväl *Saxifraga oppositifolias* röda vackra blommor som polarvidets både han- och honblommor. Uppe på moränen blommade *Draba alpina*, och fjellvallmon hade stora knoppar. Moränen hade stort geologiskt intresse och gaf äfven genom blocken en god fingervisning om de bergarter, som längre från kusten voro rådande. Hemvägen var lång och tröttsam, och då LUND, som varit qvar vid båten, under vår frånvaro samlat en mängd ejderägg, försmådde vi ej att pröfva dem, råa som de voro; hungern var en god krydda och äggen smakade bra. Styrman OPLAND hade under vår frånvaro skjutit ett par simsnäppor, hane och hona, på Dunöarne, vi sågo sedan flere af samma slag.

Den 14:de Juni var vädret kyligt och ruskigt, jag mätte upp en baslinie på den stora Dunön och beräknade medelst en triangel afståndet mellan tvenne punkter, belägna den ena på nordvestra Dunön, den andra på den stora ön. Från dessa begge punkter insigtades derpå de vigtigaste »nunatakkerna» på Torells glacier, moränerna samt de omgifvande bergen, och på detta sätt erhölls ett ganska tillförlitligt kartutkast öfver glacieren och den närmast omgifvande kuststräckan, hvilket vid sedermera utförd vandring öfver glacieren kunde ytterligare kompletteras. Det härvid använda instrumentet, ett centreringsinstrument (astrolabium), tillverkadt hos instrumentmakaren C. H. G. OHLSEN i Kristiania, hade expeditionen fått låna af Norges Geografiske Opmaaling. Under det jag utförde dessa arbeten var DE GEER sysselsatt med iakttagelser öfver strandgruset m. m. på de i fråga varande öarne. Sjelf uppdagade jag på det ställe, der jag först uppställt instrumentet, i den här anstående kalkstenen, några egendomliga partier, hvilka till sitt förekomstsätt i högsta grad liknade genom vittring framträdande fragment af försteningar. Då jag emellertid efter flitigt letande icke lyckades uppdaga någon bestämd struktur eller form hos föremålen i fråga,

antog jag dem vara någon helt tillfällig bildning af ett eller annat slag. Professor BRÖGGER, som sedermera underkastat de funna föremålen en mikroskopisk undersökning, är emellertid af den åsigt, att de svårligen kunna vara af oorganisk natur, och om detta verkligen bekräftar sig, skulle dermed de första försteningarne i Heklahooksystemet vara funna. På den stora Dunön fann jag i en mörk skiffer och kalk några försteningslika föremål af annat slag än de förutnämnda, hvilka äfven af professor BRÖGGER anses vara af organiskt ursprung. Förekomsten af dylika i olika lager talar onekligen i sin mån för rigtigheten af denna tolkning, och såsom längre fram skall omnämnas fann jag åter andra försteningslika föremål äfven i Heklahooksystemet vid Safehaven. Å andra sidan kan mot denna tolkning anföras, att det är eget, att intet bland de hemförda föremålen visar sig hafva bibehållit vare sig yttre organisk form eller struktur. I våra högfjellsbildningar kunna dock enkrinitlederna lätt igenkännas och detsamma är fallet med de trilobiter och gastropoder m. m., hvilka af REUSCH upptäckts i de så högligen kristalliniska skiffrarne vid Bergen. Härrör emellertid dessa föremål verkligen af organismer, så är det på samma gång gifvet, att de lager, i hvilka de förekomma, måste tillhöra silursystemet. Ty några kambriska försteningar kunna ej hafva en sådan form, och yngre än silursystemet kunna de icke vara, enär Heklahookskiffrarne måste vara äldre än Liefdebaysystemet, hvars äldsta afdelning, enligt under expeditionen gjorda fynd af fossil, är äldre devonisk. Heklahooksystemet vore således säkert samtidigt med en del af de skiffrar, hvilka uppbygga de skandinaviska högfjellen.

Vegetationen på Dunöarne var icke så långt kommen som på land, inga blommor funnos här ännu, helt säkert en följd af den mera dimmiga luften, hvilken hindrar solstrålarne att verka med full kraft. Under stenar funnos dock redan nu podurider samt i mängd små röda spindeldjur. Den 15:de Juni var vädret otjenligt till längre utflygt, hvarför dagen användes till kartritning, vinkelmätningar m. m. Den 16:de företogo vi en längre färd till Torells glacier och vandrade med skidor ett langt stycke in öfver densamma. Blott man undvek de mera sprickfylda partierna, hvilka redan på afstånd kunde särskiljas, var dock denna vandring icke förenad med någon risk. Man blir likvisst i längden något snö-

blind och märker derför ej de mindre ojemheterna på isens yta. Färden var mycket lärorik på grund af de olika slags moränbildningar, hvilka vi här hade tillfälle att lära känna, och hvilka komma att utförligt beskrifvas af DE GEER. Intressanta voro särskildt några åslika grusbildningar ett godt stycke in på isen. Vid återfärden togo vi i snötjocka något miste om vägen, så att vi styrde rakt mot den sprickfylda delen ofvanför den tvärbranta bräckan, der glacieren utskjuter i hafvet; misstaget upptäcktes dock i tid. Vi pröfvade denna dag äfven våra läderkomager, hvilka vid skidfärden visade sig särdeles ändamålsenliga såsom på en gång lätta och varma; deras botten var såsom vanligt fyld med sennegräs. Den 17:de företog DE GEER en utfärd för att undersöka midtelmoränen af Torells glacier, under det att jag var sysselsatt med afslutandet af kartan öfver trakten. Sedan detta var utfördt besökte jag nordöstra samt stora Dunön. På den förra funnos lemningar af rysshus, skallar af isbjörn, hvalross m. fl., dock alla sönderslagna för uttagande af hjernan. På St. Dunön sågos nu några små svarta spindlar, de hade sitt tillhåll under stenar. Dessa djur förekomma på Spetsbergen till ej obetydlig mängd, i det inre af Isfjorden hade man längre fram på sommaren tillfälle att iakttaga huru marken på sina ställen var nästan betäckt af deras nät. Och dock äro flugor och myggor, af hvilka de väl företrädesvis lefva, ingenstädes särdeles ymniga.

Vid Dunöarne är ett ganska rikt fogellif rådande. Utom måsfoglarne funnos här nu ejder och prutgäss, båda häckande på öarne. Man har förut anmärkt, att ejdern stundom röfvar ägg från gässen, då hennes egna blifvit borttagna. Denna dag hade jag tillfälle att iakttaga att prutgåsen kan tillåta sig samma tyranni mot ejdern, ty då en prutgås vid ett tillfälle flög upp från sitt bo, befanns detta utgöras af ejderdun och jemte gåsens eget ägg låg äfven ett ejderägg deruti. Af öfriga här förekommande foglar må nämnas simsnäppor samt alfogel, af hvilka senare vi redan föregående dag sågo en flock vid Torells glacier. Lommar sågos äfven ej sällan flyga förbi. Fyra seglare syntes denna dag komma söderifrån. — Sent på natten återkom DE GEER från sin färd till Torells glacier, medförande en mängd ägg från de små öarne derutanför; han hade äfven skjutit en liten unge af stenkobben *(Phoca hispida)*. Om sin färd meddelar DE GEER:

Jemte några af manskapet rodde jag i land för att undersöka den stora midtmoränen på norra delen af Torells väldiga glacier. På ömse sidor om moränen sköt glacieren ut i hafvet med en inemot hundra meter hög isbräcka, men vid sjelfva moränen fans en liten isfri, trekantig slätt, på hvilken anträffades några låga hällar af grå, möjligen dolomitisk kalksten med tydliga skikt, som ströko liksom samma bergart på Dunöarne; och då dessa härifrån lågo ungefär i strykningens riktning, är det antagligen samma lager, som uppträda på båda ställena.

Den del af glacieren, som i norr begränsade slätten, bildade vid och öster om midtmoränen en tvärbrant isbräcka, som likväl icke var sönderbrusten, hvarföre den medgaf granskning på närmare håll. Den var isynnerhet i sin undre hälft nästan svart af inre moräner, bestående af fint grus och talrika, ehuru temligen spridda stenar. Gruset sipprade ständigt ned utför väggen med smältvattnet, och äfven stenar nedföllo allt som oftast till isbräckans fot, der en ändmorän var under bildning.

Vid slättens inre hörn framkom en glacierelf under isen och framflöt i början mellan höga väggar af hårdt frusen snö eller is. På bottnen af denna elfdal låg på många ställen en grusbank, som var af intresse, emedan den i smått påminde om de svenska rullstensåsarne. På ett litet rullstensfält längre ned funnos åtskilliga regelbundna, ofta något långdragna fördjupningar i gruset, hvilka erinrade om våra åsgropar. I midten af flera sådana uppstucko ännu ispartier, som tydligen voro stadda i stark afsmältning, och som antydde, att dessa gropar uppkommit på samma sätt som åsgroparne enligt N. O. HOLSTS teori.

På den östra sidan om dalen hade glacieren en långsam afsluttning och på denna lågo flera rader af ändmoräner ofvanför hvarandra, ända upp på sjelfva glacierkanten. Vi anträffade bland moränggruset nötta stycken af musslor, hvilka jemte de talrika repade stenarne visade, att åtminstone en stor del af moränernas beståndsdelar härledde sig från glacierens underlag. Läget gjorde det dock högst osannolikt, att moränerna uppressats framför glacierkanten, utan det synes, som om de framkommit såsom inre moräner.

Sedan en kartskiss öfver dalen och moränerna upprättats gingo vi på skidor uppför glacieren och fram till den stora

midtmoränen, hvilken vi följde så långt uppåt den kunde spåras. Oaktadt snön ofta icke var en decimeter djup, försvann moränen nemligen ganska snart, och det ehuru den vid nedre ändan var flera hundra meter bred. Detta talar för att äfven midtmoränen i sitt öfre lopp framgår såsom inre morän. Blocken bestodo nästan uteslutande af en mörkgrå, väl skiktad kalksten, en hvitgrå, hård qvartsit och en mörkgrön glimmerskiffer, alltsamman säkerligen tillhörande Heklahooksystemet. Repade block voro sällsynta.

På denna del af glacieren funnos inga eller obetydliga sprickor, hvarföre dess svagt vågformiga yta var särdeles lätt att öfverskrida. Deremot syntes på den södra delen af glacieren starkt sönderbrustna isfall.

Vi återvände till Bjona vid midnattstiden och sågo dervid på ömse sidor om solen två segment af en vacker regnbågsfärgad solgård.

Under vägen besöktes den sydligaste af Isöarne, hvilken bestod af grå kalk eller dolomit med samma strykning och fall som på Dunöarne.»

På eftermiddagen den 18 seglade vi med Bjona till Hornsund, der vi kastade ankar i den väl skyddade »Isbjörnens hamn» klockan två på morgonen den 19:de Juni. Isbjörnens hamn, så benämnd efter det lilla fångstfartyget Isbjörnen, med hvilket WILCZEK och HÖFER besökte Spetsbergen 1872, begränsas på sydvestra sidan af en temligen låg udde med enstaka hällar af Heklahooksystemets granatförande glimmerskiffer, under det att den nordvestra sidan utgöres af »Hans gletscherns» väldiga isbräcka. Vid åsynen af en sådan inser man lätt hvarför de norska fångstfararne gifva glaciererna benämningen isfjell, man kan ej förlikna en sådan ismur vid något annat än en tvärbrant, i hafvet nedstupande klippvägg. När Hans gletschern »kalfvade» skedde det också med väldigt brak, och stora voro de svallvågor, som dervid uppkommo.

I Hornsund stannade vi endast tvenne dagar, emedan snö- och isförhållandena icke voro lämpliga för geologiska arbeten. Den 19:de gjorde vi en utflygt till rotgesfjellen, vid hvilkas södra sluttning rotgesen till oerhörd mängd har sina häckplatser i stenraset. När de satte sig på snön blef denna bokstafligen svart af dem, och DE GEER kunde vid ett

tillfälle erhålla ej mindre än 22 stycken med ett hagelskott. Vegetationen var äfven här mera framskriden än på Dunöarne, *Saxifraga oppositifolia* prunkade med stora röda tufvor, och äfven några *Drabae* voro redan utslagna, men mycket snö låg ännu på bergen. Medan De Geer vandrade mot öster längs rotgesfjellens kam samt derefter ned på Hans gletschern, gick jag mot nordvest till en liten glacier i en sidodal. Afsigten med vandringen åt detta håll var utom geologiska undersökningar äfven att bestiga ett omkring 590 meter högt berg för att söka utröna hvilka bergtoppar i närheten, som möjligen kunde vara lämpliga till observationspunkter för den tillämnade gradmätningsrekognoseringen. Från vestra sidan var berget ej svårbestigligt, men för att slippa göra en lång omväg, beslöt jag att med Edvard försöka bestigningen från den vida brantare östra. Till en början gick allt väl, ehuru färden var mycket tröttsam på grund deraf, att vi måste bära både skidor, stenväska och teodolit. Uppkomna till tre fjerdedelar af höjden blef dock klättringen på berget ej längre möjlig, utan vi måste anförtro oss åt den ännu i utskärningarne qvarliggande snön. Alltsammans berodde på om denna skulle kunna bära vår tyngd utan att börja glida samt om den var nog djup att gifva säkert fäste åt fötterna. Allt gick dock väl, tack vare Edvard, som företog den sista delen af vandringen två gånger för att först bära upp skidorna på bergkammen, hvarefter klättringen blef mycket underlättad. Sedan vi väl uppkommit på toppen blef denna höljd i dimma, så att ändamålet med bestigningen nåddes icke.

Den 20 Juni företogo vi en båtfärd mot det inre af Hornsund, längs norra stranden, hvarvid åtskilliga data erhöllos för kännedomen om dennas geologiska byggnad, moränbildningarne m. m. Vid Sofiekamm voro *Ranunculus sulphureus* och *Cochlearia* i full blomning under fogelfjellet. Isen låg emellertid ännu fast från Emoöarne inåt, men den var af sådan beskaffenhet, att den icke tillät någon vandring, der och hvar syntes sälar vid sina hål. Då äfven »Goës hamn» ännu var isbetäckt, hade vi inga utsigter att genom en förlängd vistelse i Hornsund kunna uträtta synnerligen mycket, och bergen söderut mot Sydkap voro ännu alldeles snöhöljda. Jag ansåg det derföre icke vara skäl att längre qvardröja här, utan beslöt att i stället styra kurs på Belsund, med förhoppning att längre fram på hösten kunna förnya besöket i Hornsund. De

Geer och kapten Johnsen voro båda af samma mening, och jag gaf derför order att följande dag lyfta ankar. Vid vår återkomst till fartyget funno vi en båt från ett torskfångarefartyg vid sidan af Bjona. Deras skeppare var nu på väg mot Isfjorden, men hade låtit sätta ut båten för att denna skulle besöka öarne mellan Hornsund och sagde fjord i och för insamling af ägg och dun, hvarefter båten åter skulle möta fartyget i Isfjorden. Under dagens färd såg jag vid Emoöarne en gammal hanne af praktejdern flyga förbi; som bekant plägar man annars på Spetsbergen vanligen blott träffa unga individ af denna fogel, hvilken dock enligt Nordenskiöld någon gång äfven skall häcka på Axels öar i Belsund. Sedermera såg jag i Juli månad ett gammalt par i det inre af Isfjorden, hvarigenom Nordenskiölds uppgift ytterligare bekräftas.

Den 21 Juni på morgonen lyfte Bjona ankar, och vi kryssade norrut. Dagen var klar och vacker, vi hade en obeskrifligt praktfull utsigt öfver hela södra Spetsbergen med Hornsundstind alldeles molnfri. Vi hunno dock denna dag ej längre än något norr om Dunöarne, emedan vinden mojnade af, tills det slutligen blef stiltje. Under min färd till Spetsbergen 1870 hade vi visserligen flere gånger haft stiltje, men det gälde då ej att segla mycket omkring, hvarför jag icke erinrade mig stiltjen såsom något särdeles stort hinder för vårt företag. I annat fall skulle jag gjort allt hvad jag kunnat för att expeditionen skulle blifvit försedd med en liten kolibribåt, och man kan ej nog uppmana dem, som ämna företaga liknande färder till Spetsbergen, att icke försumma detta. Stiltjen är der så vanlig och inverkar så hämmande på arbetena, då man endast har ett segelfartyg till sin disposition, att de kostnader, som äro förbundna med anskaffandet af en kolibribåt, mer än väl komma att uppvägas af de fördelar, som en sådan kan medföra. Ty utom det att båtfärderna derigenom skulle i högsta grad underlättas, kunde båten äfven användas till bogsering af fartyget. Dertill kommer den lyckliga omständigheten, att kollager finnas såväl i Isfjorden som Belsund, hvarför man lätt kan förse sig med för i fråga varande ändamål nödigt kolbehof, liksom äfven den allestädes vanliga drifveden i nödfall torde kunna tjenstgöra såsom bränsle. — Äfven den 22 kommo vi blott långsamt framåt, det var fortfarande nästan stiltje. Som ett af bergen mellan Torells

glacier och Dunderbay tycktes afvika från de öfriga samt dessutom föreföll lätt att bestiga, lät jag sätta ut båten för att jemte några af manskapet ro i land. Knappast hade båten blifvit klar förrän vinden friskade till, och sedan fartyget fått ordres att fortsätta till Belsund, der vi sedermera skulle mötas, seglade vi åstad. Emellertid medförde vinden tjocka och regn, hvarför båtfärden ej blef angenäm. Då vi lagt till vid stranden befanns ett vidsträckt lågland skilja densamma från det berg, dit jag ämnade mig, men såsom vanligt såg afståndet vida oansenligare ut än det i verkligheten var. Vandringen var i hög grad besvärlig genom djup snö, som än bar än brast, och på sina ställen med vatten under snön, hvarför man måste göra åtskilliga omvägar. Tjockan och regnet fortforo, hvarför någon utsigt från berget ej stod att vinna. Det bestod af Heklahooksystemets qvartsit, kalk och mörk skiffer. På stranden funnos drifved och kotor m. m. af hval, hvilka dock voro så fastfrusna, att de ej kunde lösgöras. Då jag återkom till båten hade de äggsamlare, som besökt oss i Hornsund, nyligen seglat förbi med en skörd af omkring 1,000 ägg. Vi seglade derpå i regn förbi Dunderbay upp till öarne vid Belsunds mynning, der vi lyckades komma öfver några ejderägg, och hvarifrån vi fingo se Bjona ett stycke in mot Kap Lyell. Vi ankommo till fartyget klockan 3 på morgonen den 23:dje Juni, stiltje hade nu åter inträdt. Senare på dagen fingo vi dock så mycket vind, att vi hunno in till Kap Lyell, der vi kastade ankar i närheten af de växtförande lagren. Längre in i Recherchebay sågo vi ett annat fartyg, »Aurora», och snart kom äfven dess förare, kapten SÖRENSEN, ombord. Denne hade seglat från Tromsö ett par dagar efter oss och medförde några bref. På eftermiddagen undersökte vi de växtförande lager, hvilka NORDENSKIÖLD upptäckte här 1873, och hvilka med hänsyn till bladens bevaringstillstånd torde höra till ett af de förnämsta i de arktiska trakterna. Vi insamlade en stor mängd af dem, men lagren voro ej till alla delar tillgängliga på grund af de härstädes ännu befintliga snömassorna. Arbetet harmonierade i alla händelser väl med dagens betydelse (midsommaraftonen). Ett litet kollager i de växtförande lagren visade sig bestå af särdeles goda kol, så att de med fördel kunde användas i köksspiseln. Som omgifningarne vid Recherchebay ännu voro nästan helt och hållet snöhöljda, flyttades Bjona följande dag till hamnen vid Middle-

hooken, hvilken dessutom hade ett mera centralt läge. En utflygt i land upp på de närmaste bergkullarne, der Van Mijens Bay kunde öfverskådas, ådagalade genast, att sagde fjord från det inre ända till Axels öar ännu var isbelagd, och vid en utfärd, som vi samma dag företogo till Van Keulens Bay, funno vi äfven denna alldeles fyld af is ända till Eders ö. Vi voro sålunda för den närmaste tiden inskränkta till den yttre delen af Belsund. På Eders ö insamlades bergkalkförsteningar, derstädes på en diabashäll anträffade refflor ådagalade, att Van Keulens Bay fordom varit fyld af glacierer. Den 25 Juni, Söndag, sysselsatte vi oss med olika arbeten kring hamnplatsens närmaste omgifningar. EDVARD, som var mig följaktig, varseblef högt upp på fjellsluttningen en egendomlig fogel liggande på ägg, och då jag klättrat dit upp såg jag genast, att det var ett exemplar af den sällsynta fjellgåsen (*Anser leucopsis*). Som jag ej hade hagelgevär sköt jag efter densamma med kula, dock utan att råka, hvarpå DE GEER med sitt hagelgevär tillkallades. Fogeln, som vid mitt skott flugit undan, hade under tiden återvändt till boet, och då den vid DE GEERS annalkande flög ut, blesserades den af honom. DE GEER gick genast upp till boet, undersökte detsamma och uppmätte äggens storlek. Under tiden hade jag följt fogeln, sändt karlarne till fartyget efter båten och vid dessas återkomst sköts den i vattnet ännu qvarliggande gåsen af DE GEER. Märkligt nog har det efter hemkomsten visat sig, att exemplaret var en hane, hvilket föranledt något tvifvelsmål, huruvida de äfvenledes hemförda äggen verkligen skulle tillhöra denna art. Af ofvan lemnade redogörelse är likvisst tydligt, att något misstag icke härvid är möjligt, hvartill kommer, att äggen icke öfverensstämma med några andra af de spetsbergska foglarnes. Att den skjutna hannen icke hade någon liggfläck kan bero derpå, att äggen voro nyligen lagda. Och att hannar af andra gåsarter i dessa trakter verkligen rufva äggen framgår af v. HEUGLINS iakttagelse öfver *Bernicla brenta*, hvars hannar han observerat med liggfläck. Den som iakttagit huru fjellräf, stormåse och tjufjo ögonblickligen passa på att taga de ägg, från hvilka fogeln bortskrämts, skall för öfrigt inse att det icke är troligt, att gåshonorna här ensamt skulle rufva äggen. På tal om *Anser leucopsis* må för öfrigt nämnas, att jag följande dag såg 4 individ deraf flyga inåt Van Keulens Bay, hvarför troligen flere häcka i dessa af

de svenska expeditionerna mindre ofta besökta trakter. Äfven bör papekas, att v. HEUGLIN 1870 i Hornsund såg en stor, på flyttning stadd flock af dessa gäss.

Vegetationen var här ännu ej särdeles långt framskriden, *Saxifraga oppositifolias* tufvor lyste dock röda från långt håll. I en liten bäckrännil med iskallt vatten, rundtomkring omgifven af snö, blommade *Chrysosplenium*. Denna växt planterades en af de följande dagarne i en låda för att om möjligt hemföras lefvande och sändas till professor MAXIMOVICZ i Petersburg, hvilken derom anhållit. Försöket lyckades öfver förväntan; såväl de nu planterade exemplaren som några ytterligare i Safehaven i slutet af Augusti tagna trifdes väl och anlände i sinom tid i oskadadt skick till Petersburg.

Den 26 Juni företogo vi en båtfärd till den södra af Axels öar, der en stor mängd försteningar insamlades; af dessa må särskildt framhållas brachiopoder ur den sandiga skiffern på öns östra sida, hvilka i förening med andra af oss hemförda försteningar ur samma serie, enligt undersökningar af professor G. LINDSTRÖM, ådagalägga, att de närmast öfver permo-karbonseriens flintbädddar följande lerskiffrarne, mergelskiffrarne och sandstenarne tillhöra det äkta permiska systemet. Från Axels öar har man en vacker utsigt öfver norra sidan af Middlehook i Belsund med dess uppresta och särskildt i en viss bergtopp egendomligt hopstukade lager. DE GEER fann på Axels södra ö glacierrepor och roches moutonnés, utvisande att Van Mijens Bay en gång varit fyld af en stor glacier. Vi anlände åter till fartyget först sent på morgonen den 27:de.

Följande dag företogo vi båtfärder åt olika håll. Medan DE GEER skulle undersöka södra stranden af Van Mijens Bay och Axels öar rodde jag inåt Van Keulens Bay. Som jag började med undersökningen af Middlehookens södra sida, och de geologiska förhållandena derstädes, innan man väl kommit under fund med dem, äro något invecklade, hann jag denna dag ej särdeles långt. Middlehooken utgöres i sin vestra del nederst af Heklahooksystemets bergarter, på hvilka ursalagren olikformigt hvila. De senare, hvilka äfven hysa några skenbart bäddformiga diabasgångar, äro i fjellets östra del så skarpt veckade, att samma lager, som man der träffar vid bergets fot, igenfinnas nära toppen. De utgöras af sandsten och konglomerat, vexlande med kalk eller dolomit,

innehållande leder af enkrinitstjelkar, spongior och sällsynt bryozoer. Samma fossil finnas äfven i lager af bituminös skiffer, hvilken förekommer tillsammans med kalken, och som derjemte innehåller åtskilliga krypspår af lägre djur (s. k. »fucoider»). Det var denna dag varmt och sommarlikt och i solbaddet på den branta mot söder vända sluttningen utvecklades vegetationen utomordentligt hastigt. På tvärbranten vid Middlehooken växer *Polemonium pulchellum* i så oerhörd mängd, att den bildar stora blåa fläckar. Frestad af det vackra vädret beslöt jag bestiga Middlehookens mot hamnen vända parti, men mitt hopp att derifrån få någon observation öfver kringliggande höjder gäckades som vanligt af en tät dimma, hvilken vid min ankomst till toppen helt och hållet inhöljde densamma. Jag slog läger för natten på stranden i närheten af den lilla dalgång, som från Middlehookens östra gräns inskjuter mot nordost. Det frös ganska tjock is på de små vattenpölarne under natten, och i tältet var ej synnerligen varmt. Följande dag fortsatte jag undersökningarne längs stranden samt i den lilla nyss omnämnda dalgång, hvilken på grund af den förkastning, som här finnes, benämndes »förkastningsdalen». Under det att man nemligen öster om densamma har försteningsförande spiriferkalk och flinta anstående i en brant afsats nära stranden, igenfinnas dessa lager först långt inne i dalgången, beroende på en parallelt med stranden gående förkastning af 1,000 à 2,000 fots höjd, hvilken äfven förorsakar att nyssnämnda lager återkomma i den höga bergtoppen på dalens östra sida. Längst inne i dalen finnes en liten norrifrån kommande glacier, hvilken slutar på en temligen brant sluttning. I det varma solbaddet lossnade stenar oupphörligt från glacierens bräm och nedstörtade i stark fart utför branten. Glacierrefflor i dalens botten visade, att densamma fordom varit helt och hållet fyld med is. På ett ställe, der dalen var ganska bred, hade snön ännu ej smält, och i densamma syntes spår efter en snölavin, hvilken ej blott rullat ned för sluttningen, utan äfven ett godt stycke uppför den motsatta sidans nedre del. Inne i dalen öfverraskade jag en fjärplyt (*Tringa maritima*) vid hennes bo, men äggen voro antagligen för långt utvecklade för att kunna tillvaratagas, och fogelns ängslan var dessutom så stor, att man ej skulle velat taga dem. Sedan jag besökt udden midtför Eders ö återvände jag på aftonen till Bjona. Den 30 Juni etiketterades

och inpackades stenarne från föregående dagars skördar, hvarefter jag rodde i land och fortsatte undersökningen af Middlehookens vestra del. Här träffades nedfallna stycken af kol samt skiffer med stenkolsväxter, och då bland dessa äfven funnos några af de arter, som förut beskrifvits från de lager, hvilka förmodats ligga öfver bergkalken vid Recherche Bay, började jag redan nu att misstänka, att sagde lager i sjelfva verket hade sitt läge under densamma. Denna dag observerades märkvärdigt nog en redan utflugen unge af snösparfven. Den 1 Juli afslutades ändtligen undersökningen af Middlehooken, dock utan att kollagret, hvarifrån de nedfallna styckena härstammade, hade kunnat nås i den branta fjellväggen.

Växter insamlades och lades i sprit. Vegetationen hade på dessa dagar gjort otroligt hastiga framsteg. Af rariteter bland växterna må nämnas *Arctophila effusa* LANGE (= *Colpodium Malmgreni* ANDS.), hvaraf dock endast fjolårsexemplar erhöllos. Gräset var ej anfördt från Spetsbergens vestkust, men hade iakttagits härstädes redan 1870 af WILANDER, och efter något letande lyckades jag återfinna den lilla kretsrunda vattensamling, der han visade mig det för 12 år sedan. Som vinden den 2 Juli var gynsam lyftades ankar, och Bjona styrde ned mot Axels öar för att der möta DE GEER. Innan vi hunnit långt lugnade det dock af, och vi kommo derför fram först på eftermiddagen. DE GEER hade vid sin undersökning af Middlehookens mot Van Mijens Bay vända sida funnit ungefär samma lagerföljd som jag och derjemte varit lycklig nog att träffa stenkolslagret med vackra växter anstående och tillgängligt. Dessutom hade han längre inåt Van Mijens Bay funnit anstående triaslager. Om sin färd från den 28 Juni till 2 Juli har han meddelat följande:

»Det större tältet jemte proviant för flere dagar, gevär m. m. nedstufvades i fångstbåten och tillsammans med styrman och två andra af manskapet gaf jag mig af på båtfärd till Van Mijens Bay. Först undersöktes udden längst ut på Middlehooken.

Vi följde sedan dennes norra strand, som utan tvifvel företer en af de intressantaste geologiska profiler på Spetsbergen. Jag återfann här i allt väsentligt samma lagerföljd, som NORDENSKIÖLD anträffat vid fjordens norra sida. Dessutom påträffades stenkolslager och skiffrar med vackra sten-

kolsväxter, som visade att »ursalagren» äfven här förekomma. Efter gjorda insamlingar af fossil, rodde vi fram mot morgonen öfver till södra Axelsön och uppsatte tältet.

Detta var ett vanligt skyddstält, sådant som de svenske officerarne använda, och det visade sig ganska ändamålsenligt, ehuru något större än vi behöft. Vi lågo aldrig flere än fyra deri, men der hade varit utrymme för 8 eller 10 personer. Till golf hade vi en oljad pressenning och till bädd hvar sin renhud. Manskapet låg vanligen i sofsäckar, men jag fann dessa för trånga och varma samt föredrog en vanlig filt. Några gånger antecknade jag temperaturen i tältet när vi lade oss och när vi uppstego och meddelar här anteckningarne:

29	Juni	5 f. m.	+ 11° C.	12 midd.	+ 12° C.
30	»	2 »	+ 4° »	11 f. m.	+ 13° »
1	Juli	7 »	+ 16° »	3 e. m.	+ 19° »
2	»	6 »	+ 3° »	1 »	+ 10° »
19	Aug.	12 midn.	+ 3° »	morg.	+ 10° »
21	»	———	?	1 e. m.	+ 7° »

Den 29 och 30 fortsattes undersökningen af Middlehookens norra sida. Af särskildt intresse var, att de här starkt uppresta berglagren sammansjunkit och nu företedde de praktfullaste veckningar. Öfver bergkalkserien anträffades lager, hvilka sedermera genom sina försteningar visade sig tillhöra triassystemet, samt deröfver en lagerföljd, som i hög grad liknade fästningskammen vid Kap Staratschin och vid denna befintliga juralager. Här slutade det fjellparti, som bildar sjelfva Middlehooken och längre in vidtogo lägre platåformiga fjell, hvilka antagligen tillhöra samma system, som det midtemot liggande Kolfjellet och Sundevalls berg.

Den 1 Juli. På e. m. dagen förut hade jag i solskenet iakttagit en temperatur af + 27° C., den högsta under hela sommaren, och under softiden voro vi rätt besvärade af värmen i tältet. Jemte en af manskapet gjorde jag en vandring söderut till öns midt, under det de två andre rodde dit med båten längs östra stranden. Under vägen uppmätte jag en bas och bestämde det ungefärliga afståndet till ett skär, som ligger öster om stora Axelsön och synes kunna motsvara den sandstenskam vid fjordens södra sida, hvilken jag besökt föregående dag och förmodat vara en fortsättning af »fästningen»

vid Kap Staratschin. Stora Axelsön har en ganska egendomlig form med nästan alldeles raka stränder samt en längd af kanske åtta kilometer, under det bredden sällan är öfver en half. Den regelbundna formen beror derpå, att bergkalksystemets hårda flintlager stryka i öns längdriktning och bättre stått emot erosionen än omgifvande bergarter. Skikthufvudena bilda nu låga, men långsträckta, parallela ryggar, stundom täckta af skarpkantigt flintgrus, som är i hög grad skadligt för skodonen. Säkerligen har berggrunden också skulden till öns fattigdom på växtlighet, och som ejdern och gässen tycktes sky ön, var den ovanligt ödslig. Troligen hade den nyligen varit landfast genom is, och att döma af spår i snön tycktes räfvar ännu finnas på ön, och detta är väl förklaringen hvarför vi här knappt funno ett enda upptaget ejderbo, då samtidigt så många funnos på södra ön. Gamla mossbelupna renhorn anträffades på ett par ställen, och vid stränderna funnos ben af hval samt skallar af björn och hvalross, tydligen sedan fångsttiden. Vid norra basen af öns vestra udde iakttogs en flock af Tringa maritima, norrmännens fjärplyt, som med stor ifver uppsökte och förtärde en liten mask, som i betydligt antal lefde i den multnande tången. Tyvärr fick jag sedan ej tillfälle att medtaga exemplar af masken.

Jag återvände också till fots, ty båten hade blifvit afstängd genom fjordis, som satt sig i rörelse ut mot ön, hvarför karlarne måste ro omkring den södra udden för att längs vestra sidan återkomma till tältet.

Under hela den tid vi voro på Axels öar var den sönderbrustna delen af fjordens isbetäckning nästan jemt i rörelse och följde med ebb och flod ut och in genom sunden, hvarvid den delvis söndernöttes.

Tidvattensströmmen var i sunden så stark, att den liknade en häftig fors, och man måste vid båtfärder alltid afpassa tiden, så att man hade strömmen med sig. Vester om Axels öar är vattnet grundt, och på en lång sträcka uppsticka i en rak linie skär, bestående af cyathophyllumkalk. Innanför skären synes bottnen troligen öfverallt. Seglare måste derför här vara försigtiga.

Den 2 undersökte jag öns norra ända i omgifningarne af tältet, tills NATHORST anlände med Bjona för att hemta oss.»

Den 3 Juli företog jag med De Geer en utfärd till Frithiofs glacier. Vi vandrade till en början tillsammans längs den vestra moränen, men beslöto sedan att skiljas åt, i det De Geer, åtföljd af skeppspojken, skulle fortsätta undersökningen af glacieren, under det att jag tog på min lott bergen vester derom. Då jag vandrade från glacieren sjönk jag helt oförmodadt till öfver midjan ned i en glacierklyfta, dold af snö; den var mycket djup, men ej bredare än att man endast behöfde sträcka ut armarne för att omöjligt kunna sjunka djupare. Bergen närmast glacieren utgöras af de permiska försteningsförande sandstens- och lerskiffrarne, derefter kommer man mot vester, såsom redan beskrifvits af Nordenskiöld, till bergkalkens flint- och kalkbäddar, cyathophyllumkalken, något gips samt slutligen ursalagrens sandsten, der och hvar äfven gångar af diabas. I allmänhet äro lagren uppresta, stundom t. o. m. omkastade. Då jag skulle ro ut till fartyget var strömmen så stark, att vi drefvos långt vesterut, så att den beräknade korta färden blef helt lång. De Geer anlände först senare, och med tanke på mitt äfventyr var jag dessförinnan något orolig, att någon olycka skulle kunnat hända vid vandringen på isen. Om sin färd har han meddelat:

»Då Nathorst vändt, fortsatte jag och skeppspojken vandringen inåt landet längs vestra sidan af glacieren. I början var snön fast och tunn, men längre upp blef den allt djupare, så att vi ofta nedsjönko till knäna. Vi gingo förbi flera småsjöar, hvilka lågo mellan sjelfva glacierisen och fjellsidan, och hvilkas istäcke nyligen syntes hafva brustit.

Slutligen framkommo vi till en sidodal från vester, hvilken helt och hållet upptogs af ett tillflöde till den stora glacieren. Vid sidorna af den lilla glacieren studerades névéerna eller norrmännens snebræer samt uppkomsten af sidomoräner. Så godt sig göra lät uppgjordes en skiss öfver dalen. Bergarterna tillhörde permiska och bergkalksystemen och lagren voro starkt uppresta.

Från fjellsidan vid dalens mynning aftecknades Frithiofs glacier, på hvars bländhvita yta syntes talrika, lifligt blåa små sjöar. Under återvägen ned till fjorden gjordes en kartskiss öfver den flerdubbla sidomoränen, som i flera afseenden var af intresse.

Återfärden gick betydligt lättare än vandringen bort, ty nu hade snön på ytan tillfrusit så starkt, att den ofta bar oss, och nära midnatt voro vi åter vid stranden.»

Den 4 Juli fortsatte jag undersökningen af bergen vester om Frithiofs glacier, isynnerhet ursalagren, hvilka följdes ända tills Heklahooksystemets skiffrar vidtogo. I ursalagrens sandsten, som äfven här befanns hvila diskordant på de senare, träffades flerestädes små, mest körtelformiga lager af bituminös skiffer med stenkolsväxter, rotlera och något kol. Som dessa växter till stor del voro identiska med dem, som af NORDENSKIÖLD funnits vid Roberts dal, blef sannolikheten af att de på sistnämnde ställe befintliga lagren skulle tillhöra ursaserien genom dagens fynd ytterligare ökad. På det låga land, der Heklahooksystemets lager först visa sig vester om ursalagren, var en ovanligt frodig gräsväxt rådande, ehuru vegetationen härute ännu icke hade att uppvisa några särdeles långt komna växter, utan hufvudsakligen fjolårsexemplar. De bildade här en verklig ängsmark, sällsynt nog på Spetsbergen, hvarför lokalen väl torde förtjena att undersökas i botaniskt hänseende vid lämpligare tidpunkt på året. Jag sköt denna dag några gäss (*Anser brachyrhynchus*) samt tog trenne nyutkläckta ungar lefvande. Af dessa omkommo sedermera de tvenne, men den tredje blef lyckligt och väl uppfödd och befinner sig när detta skrifves lefvande och frisk på Alnarp. Vi tyckte att dessa gäss variera ganska mycket både till benens färg, hvilka än hade den normala röda färgen än voro nästan grå, samt äfven hvad beträffar näbbens längd.

DE GEER hade denna dag fortsatt undersökningen af den norra af Axels öar och har härom meddelat:

»Den 4:de gjorde jag en utflygt i båt till midten af stora Axelsön, der den är bredast, och här uppmättes lagren, skikt för skikt. Fossil insamlades dels från spiriferkalken vid öns vestra strand, dels från de permiska lagren på östra sidan, der äfven otydliga kolade aftryck af växter anträffades.

Glacierrefflor uppmättes på flera ställen och på en diabashäll vid norra sidan af öns vestra udde undersöktes repor, som utan tvifvel bildats af drifis vid ispressningar utifrån hafvet.»

På natten fingo vi besök af tvenne torskskeppare, hvilka uppgåfvo, att Isfjordens inre ännu skulle vara upptaget af is så långt ut som till Kap Boheman och Adventbay, äfvensom

att isen ännu lag fast mellan Prins Charles Foreland och fastlandet. Norrut skulle det öppna vattnet ej sträcka sig längre än till Amsterdam Eiland, således föga goda utsigter för den meteorologiska expeditionen. De berättade äfven, att den dufva, som vi lössläppt mellan Hornsund och Belsund, samma dag slagit ned på ett längre ut kryssande fartyg. Då en man der försökte fasttaga fogeln, blef han helt förbluffad vid att i sin hand få ett bref, dufvan flög vidare och hördes sedan, liksom de öfriga, icke mera af.

Den 5 Juli reste DE GEER till Axels mindre ö, för att äfven der uppmäta lagerserien. Han fann ön nu nästan alldeles snöfri, under det att den vid vårt första besök delvis var betäckt af ganska djupa snödrifvor. Sjelf måste jag qvarstanna ombord. Mina händer hade nemligen under de senaste dagarnes arbete bland flint- och skifferbergarter blifvit så illa medfarna, att jag ej längre kunde handtera hammaren. På eftermiddagen lät jag kaptenen företaga några skrapningar, dock utan särdeles nämnvärd skörd. Som vinden blef vestlig kunde vi ej ligga qvar utan lyfte ankar och styrde mot Middlehooken. Det blef dock snart lugnt och i det soliga vädret kommo *Clio* och en mängd medusor till ytan, af hvilka ganska omfattande insamlingar gjordes. DE GEERS parti anlände på aftonen, och då vi på natten fingo något vind styrde vi öfver mot Recherchebay samt kastade ankar strax innanför Kap Lyell.

Följande dag rodde jag med kaptenen och manskapet i land samt fortsatte insamlingen af tertiära växter; lagren voro numera snöfria, och skörden blef ganska rik. Några kol, som vi här bröto, visade sig särdeles förträffliga till bränsle. På aftonen besökte jag de gamla strandterasserna, insamlade af de subfossila musslorna m. m. Flere torskfiskarefartyg syntes nu kommande in i fjorden. Den 7 reste vi båda öfver till östra sidan af Recherchebay. Här kunde vi konstatera, att en storartad inversion är rådande längs hela strandprofilen, så att de permiska skiffrarne skenbart ligga under bergkalkens flinta, denna åter under spiriferkalken, hvilken i sin tur tycktes ligga under cyathophyllumkalken och ursalagren. Det är i dessa senare, som stenkolsväxterna blifvit funna, och det var icke underligt, att NORDENSKIÖLD, som icke uppgått hela profilen, kunnat antaga, att de växtförande lagren intogo en nivå högre än bergkalken. Sedan deras verkliga läge nu blifvit

konstateradt, befanns äfven lagerföljden inom Spetsbergens permo-karbonlager vida enklare än man förut antagit.

Vid ursalagren funnos äfven några märkliga, i vattnet utskjutande sidmoräner, hvilka ådagalägga, att glacieren i fjordens botten för ej så synnerligen längesedan dragit sig ansenligt tillbaka. Medan vi här voro sysselsatte med våra arbeten uppkom hastigt en gynsam vind inifrån fjorden, och vi skyndade oss derför åter till Bjona för att kunna begagna oss af densamma för vår tillämnade segling till Isfjorden, der vi den 12 Juli vid Kap Staratschin tänkte möta den meteorologiska expeditionen. Ursprungligen hade vi visserligen öfverenskommit, att dessa skulle derstädes uppbygga en varde, i hvilken vår post, en fotografiapparat m. m. skulle nedläggas, men sedan vi af härvarande fångstmän erfarit några af torskfiskrarnes mindre vackra vanor att förstöra på land upplagda saker, ansågo vi det klokast att sjelfva vara den meteorologiska expeditionen till mötes. Den vind, som föranledt vår hastiga återfärd till fartyget, dog dock snart bort, hvarför vi först på aftonen kunde lyfta ankar, och äfven nu var vinden så svag, att vi ej hunno särdeles långt och på morgonen den 8 Juli ännu ej hade kommit till Belsunds mynning. Alltjemt syntes nya torskfiskarefartyg anlända. Spetsbergen är ej längre detsamma som förr — behaget att vistas i ett af menniskofot jemförelsevis sällan beträdt område finnes icke mera här. — Stiltjen fortfor nästan hela dagen, och vi använde tiden att renskrifva våra anteckningar och söka få dem mera i nivå med tiden, hvilket vid de ständiga exkursionerna utan hänsyn till natt eller dag har sina svårigheter. Som det ej var särdeles djupt kastades skrapan ut från fartyget, dock utan annan fångst än några stora holothurior och några sjöstjernor. På aftonen fingo vi ändtligen en lätt sydlig bris, så att vi kunde segla vidare och hunno till »Fästningen» vid Isfjordens mynning klockan 4 morgonen den 9 Juli. Vädret var mulet och dystert, mycket snö låg här ännu. Inne i Greenharbour syntes ej mindre än 8 torskfiskarefartyg, bredvid oss låg ännu ett, och längre ut skulle finnas flera. Vi använde äfven denna dag till redigering af anteckningar, brefskrifning m. m. Den 10 Juli var vädret ej bättre, vi företogo dock en geologisk utfärd till Fästningen och stranden vester derom. Dagens fynd voro ytterst goda. Först träffades en förut okänd sötvattensfauna i de uppresta lagren

öster om Fästningen, innehållande dels en obestämbar *Unio* (ett enda exemplar), dels en ny gastropod, *Lioplax polaris* LUNDGREN[1]). Vidare funnos i de växtförande lagren några kottar, hvilka ådagalade, att det barrträd, som af HEER identifierats med *Sequoia Reichenbachii* GEIN. sp., i stället torde vara en *Araucaria* eller åtminstone dermed nära beslägtadt. Det fanns således icke längre något skäl att anse dessa växtförande lager tillhöra kritan, mot hvilket äfven åtskilliga förhållanden vid lagrens förekomst tycktes tala. Att de verkligen tillhöra juran blef genom senare fynd konstateradt. Utanför Fästningskammen träffades vidare i en mörk skiffer en äfvenledes till stor del förut obeskrifven, till öfre juran hörande fauna med *Amaltheus*, *Goniomya* och olika *Aucellor* äfvensom obestämbara belemniter. Denna fauna är äfvenledes i ofvan citerade arbete beskrifven af LUNDGREN. Vid udden närmast vester om Fästningskammen gjordes ett i zoologiskt hänseende ganska intressant fynd, i det att på strandklippan på detta ställe rikligt lefde den förut från Spetsbergen icke kända *Littorina rudis*[2]), af hvilken vi nu insamlade en stor mängd exemplar. Märkligt nog funno vi den endast på detta ställe, icke på liknande lokaler i närheten. Vi fullföljde undersökningen af strandprofilen ända till bergkalklagren och rodde derefter åter. Under vår frånvaro hade torskskepparen IVAR HALVORSEN sändt bud med förfrågan, om vi hade lust att ombord på hans fartyg se svärdet af en »svärdfisk», som han påträffat död på vattenytan. Af beskrifningen insåg jag genast att frågan gälde narhval, hvilket äfven vid besök på hans fartyg den 11 Juli bekräftades. Djuret hade i ruttnande skick den 8 Juli funnits flytande en sjömil söder om Prins Charles Foreland. Haakjeringen hade ej försummat tillfället, utan sin vana likmätigt bitit af stora stycken af undersidan. Man hade tillgodogjort sig späcket, men för öfrigt ej tillvaratagit något mer än tanden, hvars längd var 1,74 m. med en omkrets vid basen af 0,175 m. Narhvalen har icke under någon af de svenska expeditionerna observerats vid Spetsbergen, men enligt hvad andre styrmannen å »Sofia» under innevarande års (1883) Grönlands-

[1]) B. LUNDGREN, Bemerkungen über die von der schwedischen expedition nach Spitzbergen 1882 gesammelten Jura- und Trias-Fossilien. Bihang till K. Sv. Vet.-Akad. Handl., Bd 8, N:o 12.

[2]) *Littorina grönlandica* uppgifves dock af TORELL från Hornsund.

expedition S. A. Johannesen från Tromsö derunder meddelade mig, skall den allt emellanåt flockvis uppträda i Hinlopen Strait. Parry iakttog djuret bland is vid 81° 10′ n. bredd.

Sedan jag inpackat gårdagens samlingar och spritlagt de djur, hvilka under vår frånvaro föregående dag upphemtats med skrapan, reste jag till Fästningskammen, der en signal för att varsko meteorologerna upprättades och växtförsteningar insamlades. De Geer hade redan förut afrest för att fortsätta gårdagens undersökningar af kustprofilen längre vesterut och meddelade om färden:

»Bland geologiska iakttagelser må nämnas: ganska väsentliga rättelser i v. Draches profil öfver traktens berglager. Dessa tillhörde bergkalk- och ursa-serierna samt visade en nästan fullständig öfverensstämmelse med motvarande serier vid Belsund. De yttersta fjellen ut mot hafvet tillhöra förmodligen Heklahooksystemet, men de besöktes ej. För öfrigt afvägdes några ovanligt högt belägna strandterrasser, och en grupp vackra strandgrottor aftecknades.»

På aftonen utbjöd en torskskeppare en lefvande, helt liten unge af *Phoca hispida*, hvilken inköptes för att användas till zoologiska preparat. Den måste dödas redan följande dag, sedan alla försök att få den att förtära någon föda (äfven preserverad mjölk) misslyckats.

Den 12 Juli var den dag, som kanonbåtarne enligt beräkning skulle inträffa här, och vi ville derför ej företaga någon utfärd. Vädret var lugnt och soligt. De Geer redigerade sina anteckningar, och jag begagnade tillfället att fånga och preparera de olika slags medusor, som visade sig i vattenytan. Härvid användes dels osmiumsyra, dels en blandning af alunlösning och hafsvatten, och preparaten lyckades i allmänhet ganska väl på ett undantag när, den vackra *Cydippe*, hvilken sammankrympte nära nog till oigenkännelighet. Under det jag vid half elfva-tiden på aftonen ännu var sysselsatt härmed syntes plötsligt »Urd» ånga in i bugten, strax derpå kom »Verdande». Otåliga att erhålla underrättelser från hemmen satte vi genast ut båten och begåfvo oss till »Urd», innan denna ännu kastat ankar. Vi mottogos med största gästfrihet och vänlighet af kapten Palander och samtliga officerare, äfvensom af den meteorologiska expeditionens medlemmar samt tillbragte en glad och angenäm afton om-

bord på Urd. Glädjen var desto större, som underrättelserna från våra hem voro goda.

Den 13 Juli utbyttes besök mellan kanonbåtarne och vårt fartyg, de förra qvarhöllos af en utanför fjorden rådande tjocka, hvilken först på eftermiddagen blåste undan, så att de kunde ånga vidare. Dessförinnan erhölls i sista ögonblicket en underrättelse af ganska nedslående beskaffenhet, att nemligen isen norrut ännu för ett par dagar sedan låg fast ända till Amsterdamön. Man måste sålunda befara, att Mosselbay detta år icke skulle vara tillgängligt.

I Greenharbour var det denna dag soligt och varmt, men stiltje, så att vi först på qvällen kunde lyfta ankar och styra inåt Isfjorden med Sassenbay till närmaste mål. Detta var på ett par undantag när nästan den sista dag med vackert väder under hela återstående delen af sommaren. Vi hunno ej långt i den svaga vinden, men den 14 friskade det upp, så att det gick undan med bättre fart. Jag fick nu fröjda mig åt åsynen af gamla bekanta ställen sedan mitt besök på Spetsbergen 1870, Kap Thordsen med omgifningar, Adventbay, Klaas Billen Bay m. fl. Utanför Kap Thordsen flög en *Lestris Buffoni* förbi, denna art höll sig i samma trakt 1870. Vi hunno till Sassenbays södra sida, der vi lade oss för ankar ungefär midtemot det praktfulla Tempelberget. Is dref nu ut ur fjorden, antagligen kommande från Tempelbay. Den 15 på förmiddagen reste vi till Sassenbays inre. Kartorna angifva här en höjdsträckning, men i verkligheten fortsättes fjorden inåt af en mycket bred dalgång, som säges vara en af Spetsbergens bästa renmarker. Ändamålet med vår färd dit var också att försöka skaffa något färskt kött, men då vi kommo till stranden fingo vi se att vi voro förekomna. Vid en uppdragen båt låg en stor mängd dödade renar (båtens besättning hade under vistelsen här dödat ej mindre än nitton stycken), och på andra sidan elfven syntes ännu en båt. Vi hade lagt till på elfvens norra sida och sågo härifrån en på kartorna ej angifven fjord sträcka sig norrut; den afslutades längst inåt med en glacier med vackra moränbildningar. Bergen rundt omkring fjorden, hvilken vi sedan benämnde Tempelbay[1]), utgjordes af bergkalk med vackert utskurna sidor, erinrande

---

[1]) Se vidare A. G. NATHORST, Kartläggningen af Tempelbay, ett bidrag till Spetsbergens geografi. Ymer 1883.

om sträfpelarne på tempelbygnader. Fjorden gör derför skäl för sitt namn.

Emellertid vandrade vi på skilda håll inåt dalen; jag tog dock snart af mot norr upp på höjden, i den tanke, att som renarne blifvit jagade der nere, skulle några möjligen hafva tagit sin tillflygt hit. Detta visade sig ock rigtigt, ty om en stund fingo karlarne sigte på en enstaka ung rentjur, och som han gick nära sluttningen och jag hade fördel af vinden, lyckades jag utan svårighet komma inom håll och skjuta honom medan han ännu betade, utan aning om någon fara. De båda karlarne, som åtföljde mig, blefvo helt förtjusta, de hade aldrig varit på renjagt förr. Den ene sändes med renen till båten, sjelf vandrade jag med den andre vidare. Terrängen var här ganska besvärlig, det platåformiga bergets topp utgjordes af permisk mergelskiffer, hvilken vittrat till en blöt och seg lera, i hvilken man vid hvarje steg sjönk djupt ned; gick man ned på lägre nivå fick man i stället vandra öfver en till ytterlighet steril mark, nästan utan tecken till vegetation, bestående af skarpkantiga, för skodonen mycket förderfliga flintskärfvor. Berget är sönderskuret af ytterligt smala dalgångar, hvilka, oaktadt de på sina ställen kunna vara några hundra fot djupa, dock stundom äro så smala, att de först märkas då man står vid deras kant. De erinra sålunda, fastän i miniatyr, om Colorados bekanta cañons, hvarför vi äfven benämnde detta berg Coloradoberget. Sidorna i klyftorna utgöras vanligen af vexlande lager af svart och gul flinta, nederst, såvida klyftan är djup, af spiriferkalk, rik på förstеningar. EDVARD fann ett stort präktigt kranium af en gammal rentjur, hvilket medtogs till Stockholms högskolas samlingar. Vi togo återvägen längs dalens norra sida, der jag hade att glädja mig åt den ytterst rika växtligheten. Särskildt var *Pedicularis lanata*, som här var allmän, praktfull; jag pröfvade äfven på att äta roten, hvars smak i hög grad liknar vanlig morots [1]).

Då jag återkom till båten var DE GEER ännu icke anländ; under afvaktan på hans återkomst använde jag tiden att botanisera. Redan vid vandringen i dalen hade jag funnit den för Spetsbergen nya *Juncus castaneus* och träffade nu den

---

[1]) Dr GYLLENCREUTZ vid den meteorologiska expeditionen meddelade mig sedermera, att de stufvade rötterna äfven i hög grad erinra om stufvade morötter.

äfvenledes nya *Juncus triglumis.* Jag belönades således för mitt besvär, som var större än man kunnat ana på grund af en här befintlig elf, hvilken måste öfvervadas, hvarvid vattnet gick öfver stöfvelskaften. Försöket att barfota vada öfver, för att på så sätt hålla fotbeklädnaden torr, var i det iskalla vattnet med stenig botten föga angenämare. Mycket goda botaniska fynd gjordes, och denna dal är väl värd en ytterligare undersökning från botanisk synpunkt; det område jag kunde granska var blott obetydligt. Medan jag var sysselsatt härmed kom KLAUS med en renko, hvilken han lyckats skjuta i en sidodal. DE GEER, som kort derefter anlände, hade förgäfves gjort jagt på hennes kalf. Om sin vandring i öfrigt har DE GEER meddelat följande:

»Sedan jag skiljts från NATHORST vandrade jag och två af manskapet inåt den stora dal, som utgör en naturlig fortsättning af Sassenbay, men som saknas på äldre kartor, emedan det inre af fjorden ej varit besökt af någon föregående expedition. I denna trakt var nästan all snö borta, och växtligheten var långt rikare utvecklad än ute vid vestkusten, der dimmorna säkerligen betydligt förminska solstrålarnes verkan. På många ställen gingo vi öfver verkliga gräsmattor, som isynnerhet voro frodiga, der småbäckar sipprade fram. Vid en sådan något sumpig ängsmark sågo vi på nära håll fyra eller fem exemplar af en liten vadare, troligen *Charadrius hiaticula,* såväl hanar som honor, af hvilka en låtsade sig vara sårad, och derföre säkerligen i närheten hade ägg eller ungar, som vi dock ej lyckades anträffa.

Vi följde norra sidan af dalen, enligt stegräknare och uppskattning ungefär en och en half svensk mil. Den fortsatte ytterligare omkring en half mil och afslutades sedan af en glacier. Dalens yttre del gick ungefär från nordvest mot sydost, den inre mot öster. I dess midt eller kanske närmare den södra sidan flöt en bred elf, troligen en af de största på Spetsbergen. Den tycktes hafva lugnt lopp och kan måhända befaras med en liten båt eller eka, hvilket vore till mycket gagn för transport af proviant och samlingar eller skjutna renar, om någon härifrån skulle företaga en vandring mot landets ostkust. Fran dalens norra sida, som bestod af bergkalkseriens hårda bergarter, tillstötte endast några smala, djupa smådalar; på den södra deremot, som hela vägen tycktes bestå af triasskiffrar, utmynnade trenne ganska betydande dalgångar. Måhända står den innersta af dessa i samband med den dal, som börjar vid Agardhs bay; åtminstone påstå fångstmännen, att en dalgång sammanbinder nämde fjord

med Sassenbay. Emellertid ansågo vi oss ej böra göra en särskild vandring för att utröna detta, då vi i alla fall svårligen kunnat medföra några samlingar den långa vägen, och då vi redan nu lärt känna hufvuddragen af traktens geologiska byggnad, som var så regelbunden, att för kartan föga nytt kunde väntas af en sådan vandring.

Vi vände derför tillbaka och togo nu vägen öfver bergen på dalens norra sida. Här saknades glacierer och snö så långt vi kunde se inåt fjellvidderna.»

Med anledning deraf att DE GEER trodde sig se *Charadrius hiaticula* begagnar jag tillfället att här meddela, att jag den 26 Juli 1870 såg två, om icke tre, par af denna fogel på östra sidan af Adventbays inre. Af deras uppförande kunde man tydligt märka, att de der hade ungar. Jag sköt en kula så nära en af dem, att vingen bröts, hvarpå jag fasttog och dödade fogeln. Då jag vid ett senare tillfälle skulle flå af skinnet blef detta likvisst förstördt. Denna fogel häckar sålunda troligtvis årligen, om ock till mindre antal, regelbundet på Spetsbergen.

Vi anlände åter till Bjona först sent på morgonen den 16 Juli och efter en kort hvila steg jag upp för att inlägga och preparera gårdagens botaniska samlingar, hvilka dock voro så omfattande, att arbetet tog tolf timmar (från half två e. m. till samma tid följande morgon). Det blåste ganska hårdt, och vinden tilltog alltjemt i styrka, hvarför vi på aftonen under svåra vindstötar seglade öfver till Tempelbay, der vi kastade ankar i den förträffliga hamn, hvilken vi efter vårt fartyg benämnt »Bjonas hamn». Vi kunde prisa oss lyckliga, som hunnit dit, ty vinden växte snart till full storm, som fortsatte hela dagen den 17:de, ehuru den här i hamnen ej kunde göra oss något men. Tiden användes af mig till insamling af förstenningar och växter i hamnens närmaste omgifningar, medan DE GEER inventerade och stälde i ordning den med den meteorologiska expeditionen anlända fotografiapparaten. Äfven den 18 kunde man på grund af vädret (blåst och regn) icke företaga någon längre utfärd, utan vi måste hålla oss dels inne, dels i hamnens närmaste omnejd. På terrasserna växte här liksom i rendalen den vackra *Pedicularis lanata*, på sina ställen så ymnigt, att sluttningen lyste röd.

Upptäckten (som vi då trodde, se vidare min ofvan citerade uppsats) af Tempelbay föranledde naturligtvis någon förändring i våra planer, så till vida som vi ansågo oss böra begagna till-

fället att kartlägga densamma, hvilket mycket väl kunde förenas med de geologiska arbetena. Af Norges Geografiske Opmaaling hade expeditionen till låns erhållit ett särdeles beqvämt och förträffligt centreringsinstrument (astrolabium), i hvars användning professor ROSÉN före vår afresa från Stockholm instruerat mig, och vi hade sålunda medel till utförande af en fullkomligt noggrann kartläggning. Den 19 Juli for jag derföre med 4 man af besättningen inåt fjorden för att uppresa signaler och påbörja mätningarne. På de låga uddarne, som endast utgöras af sand och fint grus, användes uppresta drifvedstammar till signaler, och då de voro svåra att se, var det mycket lämpligt att uppresa isstycken mot desamma, hvilka syntes på mycket långa håll. För öfrigt användes vardar af sten, någon gång nedfallna hvita gipsblock. Konturerna mellan de särskilda punkterna inritades på fri hand, dock med kontroll af sigtlinier. Jag hann denna dag endast med den norra sidan och skulle påbörja den södra, då dimma och regn slutligen tvingade mig att återvända till fartyget, dit jag anlände mellan 6 och 7 följande morgon. I kalfisen utanför glacieren voro stenkobbar (*Phoca hispida*) allmänna, men jag lyckades ej skjuta någon. På den södra moränen sågo vi hårtofsar af isbjörn, men de voro säkerligen icke från detta året. De låga stränderna på Tempelbays södra sida voro betäckta af en oerhörd mängd drifved, delvis belägen ganska betydligt högre än nuvarande vattenstånd; bland drifveden funnos äfven stycken af vulkanisk slagg. En flock ruggande prutgäss gaf sig här ut i vattnet, men sedan jag med remingtongeväret skjutit 3 stycken voro patronerna slut. Vi försökte då att mota en del af flocken öfver bayen till Bjonas hamn, och 8 stycken summo beskedligt framför oss ända till nära fartyget, hvarpå jag med DE GEERS hagelbössa snart sköt allesammans i några skott.

Den 20 Juli regnade det hela dagen, hvarför vi icke kunde företaga någon utflygt. Äfven den 21 var det temligen ruskigt väder, blåst och kallt, men icke regn, hvarför jag kunde upptaga karta öfver hamnen. Härvid fann jag *Littorina littorea* subfossil temligen allmänt i gruset på hamnens östra sida, delvis i stora exemplar. Den 22 var vädret bättre, hvarför jag reste inåt Tempelbay för att fortsätta trianguleringen. Jag undersökte samtidigt berglagren och gjorde på fjordens södra sida ett särdeles vigtigt fynd, i det jag anträffade en bitumiös kalksten, rik på *Fusulina*. Den fanns såväl i lösa block som fastående i till cyathophyllumkalkens serie hörande lager. *Fusulina* är vanlig i

Rysslands, Chinas, Nordamerikas m. fl. länders bergkalk, men hade hittills icke blifvit funnen vare sig på Spetsbergen eller Novaja Semlja, hvilket ansetts ganska märkligt. Efter detta fynd är det väl att antaga, att den äfven skall finnas på Novaja Semlja. Jag anlände åter till Bjona fram emot midnatt. DE GEER hade ett par timmar förut rest inåt bottenglacieren med fångstbåten. Den 23 Juli användes till preparering af de botaniska samlingarne, etikettering och inpackning af stuffer och drifvedsprof. Det var kallt och blåsigt. På eftermiddagen kom ett par gamla prakt-ejdrar, hanne och hona, och slogo ned helt nära fartyget, men innan bössan hann laddas flögo de åter bort.

Den 24 var fortfarande blåsig, på morgonen låg nyfallen snö öfverst på bergtopparne. Jag gjorde denna dag några kompletteringsobservationer med teodoliten samt beräknade Tempelbergets höjd medelst vinkelobservationer. Denna var 487 meter, men platån högst upp, hvilken här ej var synlig, ligger antagligen 560 à 570 m. ö. h. Det var mycket besvärligt att i blåsten använda teodoliten, hvilket endast blef möjligt på så sätt, att karlarne fingo spänna fast båtseglet mellan ett par uppresta drifvedsstammar för att sålunda skydda instrumentet för vindstötarne. Äfven insamlades försteningar, och några växter inplanterades i en låda för att medföras hem. Några af dessa (*Pedicularis lanata*, *Andromeda tetragona* m. fl.) dogo snart, men *Saxifraga flagellaris* höll sig ganska väl under hela resan och blef efter hemkomsten öfverlemnad till trädgårdarne vid Alnarp. På natten sedan jag lagt mig återkom DE GEER, som om sin färd meddelade:

»Under det NATHORST kartlade Tempelbay, gjorde jag de första försöken med fotografiapparaten och undersökte trakten kring Bjonas hamn, der intressanta terrass- och deltabildningar förekommo.

Den 22:dra Juli for jag med fångstbåten inåt fjorden för att undersöka den stora glacieren, hvilken vi sedan uppkallat efter professor H. VON POST. På vägen dit anträffades ofta simmande glacieris, som ibland var rikt lastad med block. Vidare granskades flera ställen längs fjordens norra sida, särskildt en repad bergudde, som NATHORST anträffat. Tältet uppsattes nära fjordens ända vid den norra röda moränen. I denna anträffades block af granit samt af liefdebay- och ursalager.

Den 23:dje bestego vi glacieren och gjorde en vandring inåt densamma. Af särskildt intresse voro de vackra, flera mil

långa midtmoränerna. I den närmaste, som vi besökte, anträffades talrika block af en bituminös kalksten, rik på ett litet fossil, i hvilket NATHORST igenkände *Fusulina*, och hvilket han på sitt håll anträffat i fast klyft. Nedanför ett fogelfjell inne vid glacieren sågo vi på en gång fyra räfvar, som voro svarta, och på andra ställen vid fjorden sågo vi ytterligare fem, af hvilka flera voro gråa.

Den 24:de rodde vi öfver till glacierens södra sida, längs hvilken vi vandrade så långt in, som dalen räckte. Här fingo vi ett oväntadt fotbad, derigenom att glacierelfven inom några ögonblick steg flera decimeter, förmodligen emedan någon uppdämd issjö skaffat sig utlopp. Af geologiskt intresse voro åtskilliga grusbankar, i smått liknande våra rullstensåsar, samt musselskal, som genom sitt läge antydde, att glacierkanten flera gånger efter istiden vexlat läge. Vi återkommo till Bjona på natten.»

Den 25 vandrade jag med en af karlarne upp öfver den lilla glacier, som utmynnar i den smala dalgången norr vid Bjonas hamn. Afsigten med denna vandring var att söka få tag i moderklyften till den försteningsförande kalkiga sandsten, af hvilken nedfallna block äro vanliga under Tempelberget vid stranden, hvarest bergets branthet icke tillåter någon uppklättring. Det lyckades mig slutligen finna hvad jag sökte, bergarten förekommer högt öfver spiriferkalken i flintbäddarne och tillhör sålunda en högre nivå. Fyndet är derföre af vigt, att det genom professor LINDSTRÖMS undersökning af försteningarne sedermera framgått, att dessa tillhöra alldeles samma fauna, som förut är insamlad från Lovéns och Angelins berg vid Hinlopen strait, der således de fossilförande lagren eller en del af dem torde tillhöra en nivå, något yngre än den egentliga spiriferkalken. Jag hade hoppats att här kunna komma upp på Tempelberget, men den lilla dalgångens sidor voro alltför branta. Den profil man här har öfver de olikfärgade flint- och kalklagren är särdeles vacker.

När jag återkommit till fartyget och försteningarne blifvit inpackade gafs order att lyfta ankar för att segla till Skansbay. När vi hunnit förbi Tempelberget märktes en mindre bugt inskjuta mellan detta berg och Gipshook; den kartlades sedermera af DE GEER och benämndes af honom Gipsbay. Då vi passerat Gåsöarne fingo vi till vår ledsnad se de båda kanonbåtarne för ankar vid Kap Thordsen och kunde sålunda förstå, att de icke

lyckats komma till Mosselbay. Då vid Kap Thordsen allestädes gångar och bäddar af diabas äro vanliga, fruktade vi derjemte, att de magnetiska observationerna skulle genom en öfvervintring på detta ställe blifva mindre värdefulla. Vinden mojnade af, och vi hunno icke till Skansbay denna dag, utan måste för natten kasta ankar utanför kusten. Följande morgon kommo dock några vindfläktar, så att vi hunno fram till vårt mål. Det regnade här nästan hela dagen, hvarför någon längre utfärd icke kunde företagas. Jag lät derför karlarne sätta ut båten för att skrapa; det var sedan ett ganska besvärligt arbete att i regnet och iklädd kostym af oljekläder plocka fram djuren ur lermörjan. Kaptenen sköt en stenkobbe (*Phoca hispida*) från fartyget. Dessa djur hade nu börjat bli så feta, att de i allmänhet flöto sedan de skjutits, åtminstone så länge att man hann försäkra sig om dem. Regnet upphörde för en stund på eftermiddagen, och jag gick då upp till det vackra vattenfallet på bayens vestra sida, der äfven några försteningar insamlades. På morgonen hade en båt afsändts till kapten PALANDER för att erfara när fartygen skulle återvända till Sverige. Vi ämnade nemligen begagna denna lägenhet att sända bref samt de hittills hopbragta samlingarne. Båten återkom på aftonen med svar, att återfärden skulle ske först den 6 Augusti.

Den 27 Juli lät jag ro mig i land till Skansberget, der karlarne påstodo sig hafva sett färska spår af ren föregående dag. Jag gick en stund inåt de närmaste dalgångarne, men som endast gamla spår syntes, ansåg jag det icke vara värdt att offra mera tid på jagt, utan återvände till Skansberget. En stormåse, som kom seglande högt i luften, helsades med en kula i bröstet; det var vackert att se honom störta ned från denna höjd. Jag lät derefter den karl som åtföljde mig taga mitt gevär och ro ombord, sjelf sysselsatte jag mig med undersökningen af Skansberget. Detta består i sin undre del af till cyathophyllumkalken hörande lager, den branta afsatsen bildas af spiriferkalk, ofvanpå hvilken komma mägtiga bäddar af svart och gul flinta. På eftermiddagen uppkom hastigt en mycket stark stormby, som nödgade oss att kasta ut ännu ett ankar, och hvarunder vi ofta tänkte på de båda kanonbåtarnes allt annat än afundsvärda läge vid den öppna kusten.

Den 28 på morgonen voro bergtopparne betäckta af nyfallen snö, som qvarlåg öfverst på Gipshook hela dagen. Med några af manskapet seglade jag i båt öfver till Gäsöarne och Gipshook

för att undersöka de till ursaserien hörande lager med stenkolsväxter, hvilka af Wilander och mig upptäckts 1870, och ur hvilka vi då gjorde omfattande insamlingar. Under seglatsen upptäcktes en flytande åra, hvilken bergades och igenkändes såsom tillhörande en af kanonbåtarne, ett bevis att blåsten föregående dag gjort samfärdseln med land svår. Det var med någon öfverraskning, som vederbörande sedan erhöllo den åter. På Gåsöarne gjordes några observationer med teodoliten, och jag märkte att här funnos i glacialt hänseende intressanta förhållanden, hvilka borde undersökas af De Geer. Vi sågo härifrån till vår förvåning ännu en ångbåt vid Kap Thordsen, styrande kurs mot de båda kanonbåtarne och undrade mycket hvad det kunde vara. Vi fingo sedan erfara, att det var de danska och tyska lustresandena, som här helsat på. Vid Gipshook voro de bästa växtförande lagren icke blottade, utan doldes dels af en stor snödrifva, dels genom ett nedrasadt parti. Några små ormbunksblad som erhöllos voro dock vigtiga nog, emedan de tillhörde en art, som förut endast träffats vid Roberts dal. I närheten fann jag dessutom i en bäckravin en massa block af Fusulinakalk; ehuru det häraf var påtagligt att lagret var anstående omedelbart i närheten, lyckades jag dock icke träffa det i fast klyft. Af ett par räfvar, som kommo springande längs stranden, sköt jag den ena efter någon jagt. Det började nu regna, hvarför jag ej kunde fortsätta observationerna med teodoliten, utan vände åter tvärs öfver Klaas Billen Bay mot Skansviken. Några sälar döko upp på långa afstånd, men jag sköt förgäfves några kulor efter dem. Sedan kommo de upp på närmare håll och jag sköt nu två stycken, af hvilka likvisst blott den ena erhölls., Sedan nu patronerna voro slut samlades djuren i stor mängd kring båten, och båtkarlarne, som alltid blefvo högst ifriga så snart det gälde »kobbe», rodde med all magt mot Bjona för att derifrån vända åter och företaga jagt. Då vi anlände dit var jag dock för trött och genomvåt af det beständiga regnandet, som alltjemt fortfor, hvarför jag lemnade min bössa åt fångstmannen och sjelf stannade hemma. De Geer och herr V. Gyllenskiöld, som kommit på besök från Kap Thordsen, reste dock ut, men jagten lyckades icke. De hade visserligen sett några sälar, men dessa höllo sig nu på vederbörligt afstånd.

Den 29 regnade det allt jemt; vi sysselsatte oss med bref och anteckningar. Till middagen proberade vi biff af säl, hvilken befanns mycket välsmakande. Köttet är visserligen groft och

mörkt, men smaken är god, och det gäller sålunda blott att våga försöket. På aftonen vid 9-tiden ankommo de båda kanonbåtarne för att ligga för ankar här öfver Söndagen. Under denna voro vi gästfritt inbjudna af såväl kapten PALANDER som kapten SJÖBERG till frukost på Urd, till middag å Verdande, och vi tillbragte sålunda en särdeles angenäm dag. Våra med försteningar och bergartsprof fylda tunnor, zoologiska samlingar m. m. blefvo denna dag äfven lemnade till Urd för att på så sätt inbespara transportkostnaden från Tromsö. Löjtnanten å Urd hade skjutit en renko och hennes kalf inuti bottendalen nära glacieren, dit jag för några dagar sedan hade ämnat mig, men då ansett det lönlöst att gå. Den 31 vid femtiden på morgonen ångade kanonbåtarne åter till Kap Thordsen, och jag begaf mig på en båtfärd inåt Klaas Billen Bay. DE GEER hade under vår vistelse i Skansbay undersökt de lösa jordlagren i dalen innanför fjorden samt berglagren vester om densamma. Dessa tillhörde bergkalken. Ett af dess lager, spiriferkalken, bildade öfre ytan på en platå, från hvars kant flera mycket regelbundna vattenfall nedstörtade. Han reste nu med Bjona till Gåsöarne för att sedermera möta mig i det inre af Klaas Billen Bay, vid Mimers bugt. Han undersökte öarne fullständigt; af särskildt intresse voro der befintliga Mytilusbäddar och refflade diabashällar, hvilka mycket liknade sådana i Sverige.

Hvad min båtfärd beträffar, så gick denna längs fjordens vestra sida. Jag försökte uppmäta gipslagren vid Skansberget och insamlade derefter en mängd försteningar ur cyathophyllumkalken. Äfven träffade jag här den på Spetsbergen förut ej iakttagna *Aira caespitosa L. f. borealis* TRAUTV. Vid den udde, som utgöres af de uppresta röda och gröna Liefdebay-skiffrarne, hade WILANDER och jag 1870 i dessa funnit dels fiskfjäll, dels en ostrakod. Ingendera försteningen hade likvisst kunnat bestämmas. Nu insamlades en stor mängd af bådadera, äfvensom åtskilliga, dock illa bevarade, växtlemningar, allt under ett ständigt regnande. Den här förekommande ostrakoden är sedermera beskrifven af professor RUPERT JONES, som kallat densamma *Leperditia isochilinoides* n. sp. Vi kunde icke hinna till Mimers bugt på aftonen, utan slogo läger norr om udden, ett stycke innanför den af NORDENSKIÖLD astronomiskt bestämda punkten. Det var kyligt om natten och vi stego derför upp tidigt på morgonen den 1 Augusti. Medan frukosten tillreddes vandrade jag uppför sluttningen och fann äfven här stora stycken af Fusulinakalk, ned-

fallna från något högre upp befintligt lager. Vi fortsatte sedan färden inåt fjorden, hvarvid jag för det mesta vandrade längs stranden, medan karlarne rodde båten derutanför. I en liten tvärdal träffade jag mycket högt öfver hafvet en hvalkota, antydande en ganska ansenlig höjning; jag hade dock icke barometer med och kan derför ej ens tillnärmelsevis lemna någon uppgift om den ungefärliga höjden. Anlända till Mimers bugt funno vi Bjona der liggande för ankar och begåfvo oss genast ombord. De Geers undersökning af Gåsöarne är redan ofvan omnämnd. Vi öfverenskommo nu, att jag skulle qvarstanna här för undersökning af Pyramidberget och närbelägna område, medan De Geer skulle företaga en båtfärd till den stora glacieren på östra sidan af fjorden. Sedan jag ätit och hvilat mig började jag genast arbetena ånyo, i det jag lät ro mig i land på södra sidan af Mimers bugt, hvarifrån jag vandrade öfver dalen till Pyramidberget. I dalbottnen och på bergets sluttning såg jag ganska färska spår af ren, men som äfven spår af menniskor jemte lemningar af en eldstad syntes vid stranden, trodde jag att djuren redan blifvit dödade och brydde mig derför icke om att söka efter villebråd. I stället fann jag i sluttningen på Pyramidberget vackra växtaftryck, hörande till ursaserien. Efter återkomsten till fartyget på aftonen etiketterades och inpackades denna dags samt gårdagens samlingar, hvilket afslutades först nära midnatt. Vid sjutiden på morgonen den 2 Augusti väcktes jag af kaptenen, som underrättade mig, att Klaus, hvilken föregående afton gått inåt dalen för att söka efter ren, nu återkommit med en rentjur, men att han måst qvarlemna en skjuten ko längre upp i dalen. Han hade sett flere renar, och det var således skäl att försöka en jagt. Jag var till en början ej särdeles hagad dels på grund af ett ihållande regn, dels emedan jag hade tänkt fortsätta arbetena vid Pyramidberget denna dag, men då dalen i alla händelser måste undersökas och karlen var för uttröttad att ånyo begifva sig af, beslöt jag mig slutligen för jagten. I förbigående må nämnas, att Klaus anländt till stranden med den skjutna renen redan klockan tolf på natten, men som han ej kunde göra sig bemärkt på fartyget, der alla då gått till kojs, hade han måst tillbringa tiden på stranden ända till klockan sex på morgonen. Efter nära en mils vandring inåt dalen kom en renkalf springande först bort från mig, men vände sedan af nyfikenhet och sprang snedt förbi. Då den för ett ögonblick stannade på lämpligt håll sköt jag honom med en kula genom

halsen. Strax derefter fick jag se en rentjur i en liten sänka på sluttningen, och innan han ännu observerat mig dödade jag honom med en kula genom bogarne. Kapten JOHNSEN hade på andra sidan dalen skjutit dels en tjur, dels en ko med kalf, och vi hade sålunda färskt kött för en tid. Under det att karlarne återvände med de skjutna renarne fortsatte jag ensam vandringen inåt dalen, der jag fick en god öfverblick öfver Liefdebaylagrens serie, hvilken här är upprest och diskordant betäckes af cyathophyllumkalken. Äfven träffades några märkliga växtförsteningar och, på återvägen, i en mörk, mjuk lerskiffer en liten *Estheria*, hvilken sedermera på anfördt ställe beskrifvits af RUPERT JONES. Den bergart, i hvilken den förekom, var mycket olika Liefdebaylagrens öfriga, och då lagringsförhållandena på det ställe, der den uppdagades (vid elfven i dalens midt), voro otydliga, var jag ej fullt säker, att den verkligen hörde till serien i fråga. Att så verkligen var fallet utröntes dock sedermera, då jag ånyo besökte denna trakt. Under dagens lopp hade jag måst vada öfver flere elfvar, och som vattnet i dessa gick öfver stöfvelskaften, var detta föga angenämt. Den 3 Augusti reste jag inåt bottnen af Klaas Billen Bay, först längs vestra stranden, der anstående Fusulinakalk anträffades, sedan tvärs öfver fjorden till den östra, och vandrade upp längs en dalgång, den jag jemte WILANDER förut besökt 1870. Intressant var härvid att glacieren i dalens botten nu tycktes sträcka sig alldeles till samma ställe, som vid mitt förra besök. Bergarten var här dels dioritskiffer, dels en qvartsitartad gneis, och hällarne voro vackert refflade. Då vi seglade hem på aftonen syntes DE GEERS båt återkomma från andra sidan fjorden och han anlände till fartyget temligen snart efter oss. Han medförde en af honom skjuten säl för att användas till sälbiff, och blef helt öfverraskad att få se fartyget så fullt med renkött, att sälen ratades. Om sin färd meddelar han följande:

»Den 1:sta Augusti seglade jag och några af besättningen tvärs öfver Klaas Billen Bay till den stora glacier, som ligger midtemot Mimers bugt, och som NATHORST och jag på våra kartor kallat »*Nordenskiölds glacier*». Den utmynnar i en bugt, som är väl så stor som Mimers bay eller Skansbay. Vi landstego först på dess södra sida och bestego der fjellet för att fotografera glacieren. Cyathophyllumkalkens gipslager hade här en oerhörd mägtighet och vexlade med lager af famnstora alabasterbollar. Den öfversta gränsen för erratiska block bestämdes, foto

grafier och vinklar togos, och södra kanten af glacieren undersöktes. I dalen derinvid påträffades till ursalagren hörande sandsten och mörk skifferlera med rotträdar af *Stigmaria*.

Vi rodde sedan öfver till norra sidan af glacieren och slogo upp tältet vid stranden. Liksom på andra ställen, der vi rastat i närheten af glacierer, hade vi här ett godt tillfälle att iakttaga deras kalfning, som ofta gjorde det farligt att nalkas isbräckan.

På morgonen den 2:dra företog jag jemte LUND och skeppspojken en vandring uppför dalen längs glacierens norra sida. Dalens småkuperade botten, här och der med en liten insjö, hade stor likhet med en skoglös trakt i Sverige. Öfverallt uppstucko hällar af urberg, som i hög grad liknade det svenska, äfven deri, att dess yta var afslipad och repad samt delvis täckt af flyttblock.

Sedan vi kommit till dalens slut, gingo vi, sammanbundna med rep, öfver den första sidoglacieren. Vi voro nu inne vid inlandsisen och ungefär 600 m. öfver hafvet. Tiden medgaf ej någon längre vandring inåt isen och för att likväl få se så mycket som möjligt af densamma, bestego vi derför ett fjell i närheten. På dess sluttning anträffades inga andra växter än några mossor och lafvar. Af foglar syntes blott en ensam havhest, som kom flygande öfver inlandsisen, måhända från Storfjorden. Sjelfva fjelltoppen var höljd af gammal, hårdt packad snö samt låg enligt barometern mer än 1200 m. öfver hafvet. Näst Hornsundstind är således detta fjell det högsta, som hittills blifvit uppmätt på Spetsbergen, men det såg ut, som skulle flera angränsande fjelltoppar vara minst lika höga.

Utsigten var emellertid synnerligen vidsträckt. Mot sydvest syntes en lång sträcka af Isfjordens sydkust, och i klart väder hade man sannolikt kunnat se såväl fjordens mynning som det höga fjell vester om Adventbay, hvilket NATHORST sedermera besteg. Vi hade fri utsigt öfver en stor del af det sönderskurna alplandet vester om Klaas Billen Bay, hvilket tycktes sakna större glacierer. Mot öster vidtog inlandsisen nedanför fjellets fot och utbredde sin svagt vågiga yta ända bort till en aflägsen fjellgrupp, hvilken låg i riktningen mellan N $69\frac{1}{2}°$ O och N 101° O, och hvilken tydligen är densamma, som på kartorna finnes utsatt vester om Edlunds berg, nära Storfjorden. Längre bort syntes en solbelyst strimma och bortom denna ännu en fjellsträcka, visserligen ganska aflägsen, men en lång stund fullt klar och tydlig, tills den bortskymdes af moln. Den torde ligga på vest-

kusten af Barents land. Af dessa fjell såg man intet från inlandsisens yta, som antagligen var högst midt inne i landet. Mot nordost var det inre af isen bortskymdt af moln, så att man nu ej kunde se Chydenii berg, hvilket eljes antagligen är synligt. Mest öfverraskande var utsigten mot nordvest, der vi genast vid uppkomsten på fjelltoppen varseblefvo ett större vatten, som måste vara Wijdebays vestfjord. Dess innersta del syntes i riktningen mellan N 39° V och N 27½° V, endast på en kort sträcka något bortskymd af ett fjell. (Här som alltid antogo vi kompassens missvisning vara N 14° V). Emellan oss och Wijdebay syntes inga fjell, blott stora, åtminstone skenbart jemna, glacierer, som täckte bottnen af den stora dalgången, och som tycktes bilda en isbifurkation. Anmärkningsvärdt är, att ingen is syntes på Wijdebays blåa vattenyta, oaktadt hafsisen åtminstone vid vestra delen af Spetsbergens nordkust under hela sommaren säges hafva legat obruten.

Då vi först kommo upp på fjelltoppen tog jag några fotografier och en mängd vinklar samt gjorde några teckningar. Men småningom insveptes fjellet i moln, som kommo inifrån inlandsisen. Vi väntade i fyra timmar deruppe på klarare väder, men molnen blefvo tätare och det började blåsa, hvarför vi till slut måste börja nedstigandet. Vi följde härvid bergets kam mot sydvest, hvilket säkerligen är den bästa vägen, om det vid en blifvande gradmätning skulle komma i fråga att ännu en gång bestiga detta fjell. Vi vandrade nu ned genom dalen till tältet, och sedan vi sofvit några timmar, seglade vi tillbaka till Bjona, som qvarlåg vid Mimers bugt.»

Den 4 Augusti rådde en temligen stark blåst. Vi hade till en början ämnat sända en båt med samlingar, bref m. m. till Kap Thordsen, men ansågo det sedermera af flere skäl vara lämpligast att sjelfva resa dit, hvarför Bjona fick lyfta ankar. Vinden var till en början god, men som den endast var rådande i fjordens inre, kommo vi snart nog i den vanliga stiltjen. De Geer tog under seglatsen flere fotografier öfver fjordens hela östra sida; de lyckades ganska bra. Natten medförde litet vind, så att vi hunno fram till kanonbåtarne vid Kap Thordsen morgonen den 5. Denna dag användes att göra i ordning de samlingar och den post, som skulle afsändas följande dag. På aftonen voro vi inbjudna till den festlighet, med hvilken den meteorologiska expeditionen invigde sin nya bostad, hvilken vid detta tillfälle erhöll namnet »Smiths observatorium». Härunder

öfverenskom jag med läkaren å Urd, doktor Torén, att följande morgon visa honom några sällsyntare, vid Kap Thordsen förekommande växter, hvilkas lokaler voro mig väl bekanta sedan vistelsen der 1870. Jag hemtades vid 7-tiden den 6:te af Urds ångslup, som satte oss i land vid vattenfallet. Det var mig särdeles kärt att återse detta ställe, vid hvilket många angenäma minnen sedan besöket 1870 voro förenade. Som de botaniska fynden lyckades efter beräkning, voro vi särdeles belåtna med färden. Emellertid hade en stark blåst uppstått, Bjona krängde våldsamt, hvilket å sin sida förorsakade en olidlig stank från det i rörelse satta pumpvattnet. De Geer uthärdade ej detta, utan skyndade ombord på Urd, och som vinden låg mot land var kapten Johnsen mycket orolig för fartyget. Jag kunde förstå detta af en signalflagga i masttoppen och skyndade mig till stranden så fort som möjligt. Sedan jag kommit ombord och klädt om mig begaf jag mig till Urd och lät Bjona lyfta ankar för att styra in till Adventbay, medan De Geer och jag jemte den bemannade fångstbåten medföljde Urd till Kap Staratschin. På Urd gaf kapten Palander en afskedsfest för den meteorologiska expeditionen, som derpå i sin fångstbåt rodde åter till observatoriet. Löjtnant Stjernspets stannade dock qvar för att medfölja till Kap Staratschin och derifrån återvända med oss öfver Adventbay till Kap Thordsen. Befälhafvaren på den danska ångbåten hade vid sitt besök vid Kap Thordsen berättat, att han nedlagt post till oss i vår postlåda vid Fästningen, men vid vår ankomst dit befanns denna post endast utgöras af tvenne tidningar. Dock fingo vi derjemte en underrättelse från konsul Aagard i Tromsö, att bref voro sända med ett annat fartyg, hvilket man för närvarande antog ligga ute vid torskbankarne utanför Isfjordens mynning. Från de många i Green Harbour nu förankrade fartygen hade en massa bref till Norge nedlagts i vår postlåda och en stor mängd lemnades dessutom direkte till Urd. Med kanonbåtarne fick äfven följa till Norge besättningen från ett i Storfjorden förlist fångstfartyg. Sedan kapten Palander på Fästningskammen låtit uppresa ett Coldinukors togo vi ett hjertligt farväl af honom, kapten Sjöberg samt alla officerarne och styrde derpå med vår båt mot Kap Heer, medan de båda kanonbåtarne anträdde färden mot hemmet. Vid Kap Heer gjorde vi upp eld och skaffade samt seglade derpå vidare mot Adventbay, der vi funno Bjona vid niotiden på morgonen den 7:de. Vi läto genast tillreda »middag» samt lade oss derefter

att sofva, hvarpå vi alla tre på aftonen reste inåt Adventbay för att söka rätt på den insjö, som der lärer skola finnas. Detta lyckades visserligen icke, men vi vandrade i stället upp på högplatån på fjordens vestra sida och derifrån till ett nära 890 meter högt berg samt åter öfver en liten glacier. Högplatån utgöres af en grönaktig, till tertiärlagren hörande sandsten, som häruppe bildar en mycket steril mark. Här fick jag se en ripa på en sten, och i förmodan att den var mycket rädd sköt jag densamma på ganska långt håll med kula. Då jag derpå skulle taga upp fogeln visade sig tre andra helt nära mig, och som jag ej ville söndertrasa kroppen med kulan, försökte jag skjuta hufvudet af den närmaste. Jag träffade dock icke, men foglarne flögo icke upp, utan bara flyttade sig några steg. Jag vinkade nu DE GEER och STJERNSPETS till stället, hvarpå de sköto riporna med sina hagelgevär. Nära toppen af det höga berget, hvilket vi benämnt »*Lars Hjertas berg*», träffade jag i sandstenen några marina musslor, och strax i närheten funno vi äfven några fragmentariska bladaftryck. DE GEER och STJERNSPETS gingo härifrån ned mot glacieren, medan jag vandrade vidare vesterut. Der kom jag till ett ställe, der några små kollager funnos, och de af frosten sönderplittrade stenskärfvorna voro alldeles fulla af växtaftryck, nästan som vid Atanekerdluk på Grönland. De voro dock i allmänhet på samma gång mycket vittrade, men jag fick äfven flere särdeles väl bevarade, och med väska och fickor fulla vandrade jag med OLUF ned öfver glacieren, der vi hunno fatt de båda andra. Vi gingo ned för glacierens afsmältningsbräm, hvilket var mycket besvärligt, och hvarunder vi mer än en gång slogo omkull och erhöllo rätt försvarliga knuffar. Då vi vid stranden väntade på båten dök en stenkobbe upp helt nära och sköts af mig med en kula i hufvudet. Den flöt medan blodet rann ut, men sjönk sedan, och fastän det var nära stranden och ej djupt kunde vi icke få tag i djuret när båten ändtligen ankommit. Vi anlände åter till Bjona morgonen den 8:de.

Sedan vi sofvit och ätit middag reste STJERNSPETS i fångstbåten åter till Kap Thordsen. Återstoden af dagen användes till etikettering och inpackning af samlingar. Den 9 vid sextiden på morgonen återkommo karlarne från Kap Thordsen med båten, medförande 2 remingtongevär samt 100 patroner, hvilka expeditionen erhållit af den meteorologiska. Deremot hade vår anhållan om skorpor samt läder till skosulor icke kunnat bifallas,

emedan meteorologerna häraf ej hade mera än de sjelfva behöfde. Jag vandrade ut i hamnens omedelbara närhet för att samla växter och gjorde rätt goda fynd. Som jag fick se *Apus glacialis* i en sötvattensamling gick jag på eftermiddagen åter dit, försedd med håf, och insamlade rätt mycket af djuret, hvilket jag sedan lät krypa öfver gips för att erhålla dess spår. Vid vattensamlingen fann jag på eftermiddagen *Juncus triglumis* rätt ymnigt. Inläggningen af växterna upptog som vanligt tiden ända till långt fram på morgonen.

Den 10 reste jag jemte DE GEER öfver till östra sidan af Adventbay. Egentliga afsigten med färden var att eftersöka de af BLOMSTRAND upptäckta s. k. »Mytiluslagren». Dessa träffades dock icke denna dag, emedan vi hvar på sitt håll blefvo tillräckligt upptagna af annat. Jag besteg bergsluttningen för att undersöka lagerföljden. Denna visade nederst sandsten, deröfver mergelskiffrar och lerskiffrar, i hvilkas öfversta lager träffades en försteningsförande nivå med de af LUNDGREN bestämda *Leda nuda* och *Aucella mosquensis*. I nedfallet stycke fann jag äfven *Pecten demissus* och ännu en ej bestämbar art (enligt LUNDGREN på anfördt ställe), äfven träffades block af s. k. strutmergel. Högre upp kommer en tertiär gulaktig sandsten med kollager, deröfver en lera med bollar af lerjernsten och ännu högre den gröna sandsten, som bildar bergets topp. Närmre fjordens mynning fann jag i lager äldre än den understa, först nämnda sandstenen vid hafsytan äfven *Lima cfr duplicata*. När jag åter mötte DE GEER, som under tiden varit sysselsatt med afvägning af terrasser, visade han mig några växtförsteningar, som han funnit i en bituminös skiffer, och hvilka han tyckte hafva stor likhet med det vid Fästningskammen förekommande barrträdet. Han hade först funnit några kolbitar i en af terrasserna och sedan vid en bäckravin upptäckt det anstående kollagret samt i dess närhet skiffern med ganska väl bevarade växtlemningar. En profil hade upprättats och lagret afvägts. — DE GEER hade fullkomligt rätt i sin förmodan, att det i den svarta skiffern funna barrträdet var identiskt med det vid Fästningskammen förekommande. Då man här således kanske hade tillfälle att afgöra om min åsigt vore rigtig, att Spetsbergens förmodade kritlager i sjelfva verket vore en högre afdelning af juran samt i alla händelser i den fina skiffern borde erhålla växtfossilen i bättre skick än vid Fästningen, reste jag den 11:te till den af DE GEER uppdagade fyndorten. Såväl lagringsförhållandena som de paleontologiska vitt-

nesbörden gåfvo samma resultat; det barrträd, som ansetts identiskt med *Sequoia Reichenbachii*, är i sjelfva verket snarare beslägtadt med *Araucaria*, och lagren stupa under de förut omtalade juralagren i fjellsluttningen. Jag gjorde en ganska rik skörd af försteningar och fann det växtförande lagret på flere ställen. Intressant var den angränsande sandstenens likhet, såväl i petrografiskt hänseende som med hänsyn till sitt uppträdande, med motsvarande lager vid Kap Staratschin. Fastän lagren ej voro uppresta, bildade den dock äfven här en på sluttningen framträdande mur. I botaniskt hänseende gjorde jag denna dag äfven ett godt fynd, i det att hufvudformen af *Ranunculus Pallasii*, hvilken förut ej var känd från Spetsbergen, träffades ymnigt blommande vid en liten vattensamling. Dess stora hvita doftande blommor och odelade blad skilde växten redan på afstånd från den på samma ställe växande Spetsbergsformen (f. *spetsbergensis* m.). När jag framemot midnatt åter anlände till Bjona, hade DE GEER låtit duka bordet och elda kajutan, hvars temperatur af 28 grader [1]) kändes ganska angenäm, sedan jag på hemfärden fått frysa mycket. Min kappa hade nemligen knutits ihop till en säck för att deruti forsla försteningarne, sedan väskor och nät blifvit fulla.

Den 12 Augusti användes till en början till inpackning af försteningarne från föregående dag. DE GEER reste efter middagen till Mytiluslagren på östra sidan. Som jag var något illamående, höll jag mig vid utvandringen på eftermiddagen till hamnens närmaste omgifningar och öfverraskades dervid angenämt af att på en helt liten fläck på sluttningen träffa dvergbjörken (*Betula nana*), växande tillsammans med *Empetrum*. Dvergbjörken var förut endast känd från Kolbay, der den fanns af WILANDER och mig 1870. Då vi sagde år lågo ganska länge i Adventbay, och då stället dessutom besökts af alla svenska expeditioner, kan detta fynd jemte det af *Juncus triglumis* (äfvenledes i hamnens omedelbara närhet) anföras som ett slående exempel på en del af Spetsbergsväxternas ytterligt lokala uppträdande. I bäckravinen närmast hamnen fann jag några juraförsteningar, nemligen *Leda De Geeri* LUNDGR. och *Mytilus sp.* (LUNDGREN anf. st.). Fjellen på fjordens östra sida voro denna dag på morgonen ända till hälften uppifrån täckta af nyfallen snö. Jag hade hittills alltjemt förföljts af en beständig otur vid

[1]) Den lilla kajutan blef nemligen vid eldning i kaminen mycket fort och starkt uppvärmd, men afsvalnade åter mycket hastigt.

mina bergstigningar, i det att jag från bergtopparne icke erhållit någon vidsträcktare utsigt, af den anledning att de sjelfva inhöljts i dimma eller att sådan dolde de omgifvande bergen så snart jag väl hunnit upp. Sedan vi kommo till Adventbay hade jag länge spekulerat på att bestiga den höga fjelltopp, som reser sig öfver högplatån vesterut, och som är det mest dominerande berg i denna trakt af Isfjorden. Söndagen den 13 Augusti tycktes vädret för en sådan bestigning vara synnerligen lämpligt, det var på morgonen klart och vackert, om ock med en något kylig temperatur, erinrande om en höstdag i Sverige. Åtföljd af kaptenen begaf jag mig i väg. Sedan vi hunnit upp på högplatån, hvilken enligt barometern[1]) är belägen ungefär 560 meter öfver hafvet, hade vi att öfvervandra en visserligen ganska jemn, men på samma gång ytterligt steril mark, betäckt af stenskärfvor och nästan helt och hållet utan någon växtlighet; pa andra ställen ersattes den af en stenig lermörja, i hvilken foten sjönk djupt ned. Vesterut syntes det höga berget höja sig öfver platån, det är lätt ett bestiga, toppen är ganska platt. Redan på afstånd sågo vi toppen emellanåt höljd i moln, men det var stundom alldeles klart, toppen var hvit af gårdagens nyfallna snö. Nedre delen af berget närmast öfver högplatån utgöres af en mörk skifferlera med bollar af lerjernsten, sjelf i luften sönderfallande i små skärfvor. Derefter skiffriga sandstenar, alldeles samma lager som i Lars Hjertas berg, och vid ungefär 915 meters höjd äfven samma växtförande lager, som derstädes påträffades natten mellan den 7 och 8, med stora dikotyledona blad. En del af dessa voro mycket vackra, vi utvalde de bästa och medförde så mycket vi kunde bära. Ända upp till toppen träffades sedan enstaka bladaftryck, och denna horizont skall säkert vid närmare undersökning lemna en ofantligt rik skörd af tertiära växter. Den bör följas mot Kolbay och i dalarne derinnanför.

Intressant var att iakttaga, att en bestämd gräns för de lefvande växterna här förefanns. Ehuru snön var bortsmält och goda växtplatser funnos ända upp på toppen (1150 m.) syntes dock inga fanerogamer högre än ungefär 900 meter, sedan var allt nästan öde, endast lafvar återstodo. Högst upp mot växtgränsen funnos

[1]) Det må anmärkas, att våra barometerobservationer endast kunna anses som approximativa. En dyrbar barometer, som medförts, blef nemligen snart obrukbar, emedan nålen lossnat, och den återstående fickaneroiden visade sig efter hemkomsten temligen otillförlitlig.

Papaver nudicaule, *Saxifraga oppositifolia* och *rivularis* samt *Catabrosa algida*. Vallmon tycktes af dessa gå allra högst, men mädde nu ej väl, ty stjelkarne voro betäckta af is. Redan innan vi kommo upp på toppen började snöyra, och det var mycket kallt, isynnerhet om fingrarne, ty vi hade försummat att medtaga vantar. Under den sista delen af bestigningen snöade det alltjemt, och då vi kommo upp doldes utsigten totalt genom den utan afbrott fortsättande snöyran, man kunde endast se helt obetydligt framför sig. Ett ögonblick såg man dock en skymt af fjellen mot söder och detta lät mig ana, att utsigten härifrån i klart väder måste vara särdeles omfattande. Beqväm observationsort torde stället ock vara, ty den platta toppen utgöres af på hvarandra staplade sandstensblock, lämpliga till byggnad af signal- eller skyddshus. Vi uppreste en omkring 7 fot hög varde på toppen, men under arbetet dermed klämde jag så illa en nagel, att jag icke fick sofva den följande natten. Vi återkommo till fartyget först klockan 7 på aftonen. Den nu fallna snön smälte sedermera icke, och de växtförande lagren voro följaktligen detta år ej mera tillgängliga. — Såväl bergets storlek som de vackra växtförsteningar det innehöll syntes oss vara en god anledning att benämna detsamma »*Nordenskiölds berg*».

Den 14 Augusti rådde en så stark blåst, att vi icke kunde tänka på att företaga någon utfärd. Fartyget kom i drift, och det blef mycket bråk innan vi kommo för ankar igen. På eftermiddagen anlände ångbåten »Forsög», kapten OLUF DENSTAD, från Norge, medförande färska underrättelser hemifrån. Denna ångbåt går på höstarne till Spetsbergen för att derstädes uppköpa torsk af fiskarfartygen.

Den 15 var vädret bättre, hvarför jag på förmiddagen rodde öfver till Mytiluslagren på östra sidan af Adventbay för att undersöka de i desamma förekommande växtlemningarne, af hvilka en stor mängd erhöllos. DE GEER hade redan länge varit sysselsatt med dessa intressanta bildningar och meddelar derom:

»Den 10:de och följande dagar gjorde jag flera besök vid de bekanta Mytiluslagren vid östra sidan af Adventbay. Genom gräfningar blottades lagren längs större delen af strandafsatsen, hvarigenom det blef möjligt att göra flera nya iakttagelser rörande deras lagring och bildningssätt. En serie fotografier af skärningen bortkom tyvärr under hemresan.

Emellertid uppgjordes en karta i stor skala öfver omgifningen, prof togos, och lagren afvägdes och uppmättes samt afteeknades delvis.

De sista dagarne af vår vistelse i Adventbay använde jag till fotografiska arbeten, hvilka i allmänhet togo rätt mycken tid i anspråk.»

Med anledning af hvad DE GEER här yttrar om de fotografiska arbetena torde böra framhållas, att såvida man sjelf skall utföra dessa är det, att döma af den erfarenhet, som under vår expedition vanns, icke lönt att före hemkomsten framkalla alla de tagna bilderna, hvilket kräfver alldeles för mycket af den på sådana expeditioner alltid dyrbara tiden. Detta naturligtvis under förutsättning, att de medförda plåtarne äro af den beskaffenhet, att de hålla sig under en tillräckligt lång tid. Som emellertid DE GEER före afresan icke hunnit öfva sig i de fotografiska arbetena till den grad, att han kunde vara säker att de tagna bilderna hade lyckats, var framkallandet nu tyvärr nödvändigt.

Den 15 på aftonen voro vi bjudna till kapten DENSTAD ombord på Forsög, han hade visat oss allt möjligt tillmötesgående samt skänkt oss diverse färsk proviant, hvilken var oss högligen välkommen. DE GEER var dock äfven denna dag så upptagen af Mytiluslagren, att han icke anlände förrän sent på natten. Forsög blef af honom sedermera fotograferad. Den 16 Augusti gjorde jag en båtfärd till Kolbay för att undersöka kuststräckan mellan denna bugt och Adventbay. Strax utanför mynningen af den senare lät jag dock sätta mig i land och vandrade sedan längs stranden hela vägen, der klipporna ej stupade tvärbrant i vattnet. Mycket goda fynd såväl i botaniskt som geologiskt hänseende gjordes. Så fanns vid mynningen af den så kallade Björndalen den förut från Spetsbergen icke kända *Luzula Wahlenbergii* RUPR., hvilken der växte ganska ymnig. Vid de af BLOMSTRAND beskrifna kollagren träffades en mängd tertiära bladaftryck och närmre Kolbay en mycket mägtig kolflöts, som förut icke tyckes vara bekant. Kusten är dock här grund, hvarför det kan möta svårighet att lägga till med båt. Kolen bilda två bäddar, skilda af ett 40 centimeter mägtigt lager »flis»; den öfre kolbädden är 70, den undre 60 centimeter mägtig, således tillsammans 1,3 meter. Dessa kol brunno dock vid försök dermed ombord på Bjona icke så bra, som kolen från Kap Lyell.

Äfven träffades marina tertiära musslor på tvenne olika ställen. Det ena var beläget något vester om nyssnämnde kollager, och musslorna voro här mycket allmänna i ett visst sandstenslager. Jag kunde dock endast medtaga ett stycke, och som båten under tiden måst kryssa långt ut från land, ville jag nu ej uppehålla den, utan ämnade följande dag på hemvägen samla mera.

Strandklipporna blefvo dock snart derefter så branta, att jag åter måste stiga i båten, och vädret blef allt annat än angenämt, eller snarare rent af ohyggligt med regn, blåst och snö. Vinden var rakt emot oss och vi måste kryssa öfver Kolbay, hvilket gick mycket långsamt. Våra båtar voro visserligen goda, men seglen voro alldeles för små, hvarför man ej hade den nytta af dem, som man bort kunna påräkna. Vi anlände vid midnatt till Kolbays vestra sida, der vi slogo upp det lilla tältet, i hvilket vi (4 personer) nätt och jemt fingo rum, men der vi derför hade ganska varmt och sofvo godt. Denna dag syntes röd snö uppe på de gamla drifvorna, och den nya snön qvarlåg ,ej blott på bergtopparne, utan betäckte äfven Kolbays rendal.

Den 17 seglade vi öfver till Kolbays östra sida, der jag ville uppsöka dvergbjörken. Jag hade nemligen pa grund af fångstmäns berättelser anledning att antaga, att den här skulle vara mycket ymnigare än man visste det efter WILANDERS och mina fynd 1870 samt KJELLMANS undersökningar på samma ställe 1872—73. Den först kända lokalen var belägen närmare fjordens inre, och dvergbjörken växte der ej så ymnigt, att dess närvaro annat än rent tillfälligtvis för en icke-botanist skulle hafva utsigt att blifva känd. Då jag emellertid erfarit att flere fångstmän iakttagit densamma, måste växten antagas förefinnas öfver en större sträcka. och detta befanns nu äfven vara fallet. Ty utom på den gamla lokalen träffades den nu flerestädes närmare fjordmynningen och var der på sina ställen, isynnerhet vid den gamla ruinen, så ymnig, att marken öfver stora sträckor var alldeles betäckt deraf. Äfven *Empetrum* bildade ställvis rigtiga sammanhängande mattor. Och så fann jag till på köpet bladbärande exemplar af *hjortron* (*Rubus chamaemorus*), åter en för Spetsbergen ny växt. Af öfriga rariteter må nämnas *Arnica alpina*, som här stod utblommad, och säkerligen är Kolbay väl värd en grundlig undersökning i botaniskt hänseende. Det var svårt att slita

sig härifrån, men då de botaniska arbetena måste gifva vika för de geologiska, var jag tvungen att begifva mig åter till Adventbay. Det var nu svår sjögång och hög dyning vid fyndorten för de tertiära musslorna, och när jag väl kom i land befanns stället vid nu rådande flod alldeles otillgängligt. Floden hade till på köpet sköljt bort några af de styckena, som jag föregående dag lagt upp på ett stenblock. När båten skulle bege sig ut sedan jag blifvit landsatt, höll den på att kantra och fick in mycket vatten. Det var också med mycket besvär jag i den svåra bränningen åter kunde komma ombord. Vi seglade nu mot Adventbay på lämpligt afstånd från kusten, så att jag under tiden kunde teckna en profil öfver hela kuststräckan. Vinden var god, men vi blefvo alldeles genomfrusna, emedan våra kläder vid båtens missöde blifvit genomblötta. »Forsög» ångade förbi oss på väg till Green Harbour. Vid återkomsten till Bjona var DE GEER ännu ombord; han hade ämnat företaga en vandring från Adventbays inre till Sassenbay och skulle der mötas af fångstbåten, men ett illamående hade hindrat honom att bege sig af. Han hade varit orolig för oss under det svåra vädret på aftonen den 16, och man tog på Bjona för gifvet, att vi skulle söka komma ombord på något fartyg. Det väckte derför allmän öfverraskning, att vi tillbragt natten i det lilla tältet utan att frysa.

Den 18 Augusti strax efter midnatt lyfte vi ankar och seglade till Sassenbay, hvars södra sida nu skulle undersökas af DE GEER, medan jag med Bjona ämnade resa till Mimers bugt för att ytterligare undersöka Liefdebaylagren. Fyndet af *Estherian* m. m. tycktes nemligen antyda, att de der möjligen kunde innehålla än flere organiska lemningar, genom hvilka dessa så vigtiga lagers ålder till sist kunde blifva bestämd. Vi kastade först ankar i Sassenbay, ett stycke innanför »hyperithatten» (bör numera kallas »diabashatten»), och jag lät genast sätta mig i land för att med teodoliten insigta några punkter, hvarigenom mätningarne i Tempelbay skulle kunna förbindas med förut kända punkter i Sassenbay. Det blåste dock så hårdt, att instrumentet omöjligt kunde användas, men jag hade dock haft nöjet att finna, att här anstående lager voro en fortsättning af triaslagren vid Kap Thordsen, något hvarom WILANDER och jag ofta samtalade under vår vistelse på sistnämnda ställe 1870. Sedan vi öfverenskommit att

mötas vid den meteorologiska stationen, lemnade De Geer fartyget med listerbåten, medan Bjona för god vind styrde mot Klaas Billen Bay. Redan midtför Skansviken mötte oss dock motvind, så att vi måste kryssa, och just när vi klockan half sju voro framme vid Mimers bugt och skulle taga ned seglen stötte vi på grund. Vi kunde oaktadt alla ansträngningar icke åter komma loss, utan blefvo liggande på grundet ända till klockan ett följande morgon. I samma mån som vattnet föll undan lade sig fartyget på sidan, tills ena relingen slutligen låg i vattenbrynet. Som härigenom samtidigt en svår pumpvattensstank uppkom, var läget icke angenämt, ehuru helt ofarligt, eftersom vinden nu mojnat af och sjön var stilla. När vattnet steg blef fartyget flott utan att hafva tagit någon skada.

Den 19 rodde jag i land till Pyramidberget dels för att medelst vinkelobservationer mäta dettas höjd, dels äfven för att med en triangelmätning beräkna bredden af Mimers bugt, hvilken af De Geer användts som utgångspunkt vid hans kartarbeten öfver Nordenskiölds glacier. Det senare mötte icke något hinder, men sedan jag väl uppmätt en baslinie höljdes Pyramidberget i moln, så att inga observationer nu kunde göras. Jag fortsatte derför undersökningen af de växtförande ursalagren och gjorde en rik skörd. Några särdeles praktfulla stigmarior kunde dock icke medtagas, enär de sandstensblock, i hvilka de förekommo, voro alldeles för stora både att transportera och att sönderslå. Med så mycket som trenne man orkade bära anlände vi åter till båten och rodde till Bjona.

Den 20 Augusti vandrade jag med en af karlarne inåt Mimers dal, d. v. s. den dalgång, som mot vester bildar fortsättning af Mimers bugt. Kaptenen hade under natten varit ute och skjutit en ren, och i den tanke att här kunde finnas flere hade jag tagit bössan med. När vi hunnit till Estherialagren lemnade jag dock geväret åt karlen samt fortsatte sedan ensam med geologiska undersökningar hela dagen. Jag kom till en början underfund med att nyssnämnda lager verkligen utgjorde en del af Liefdebaylagren samt gjorde sedan mycket goda fynd. Af dessa må isynnerhet framhållas, att en sidoravin på dalens vestra sida befanns ymnigt innehålla bollar af lerjernsten i en mjuk skiffer, hvilka bollar voro alldeles fulla af tänder, benlemningar och fjäll af fiskar. Dessa

fjäll voro runda och helt olika de rhombiska fjällen vid stranden af Klaas Billen Bay. Äfven funnos åtskilliga växtlemningar, bland hvilka särskildt anmärkningsvärdt är ett till Ginkgo-familjen hörande blad. I dalens midt träffades äfven i sandstenen några fjäll och tänder af fiskar m. m., och då dertill goda botaniska fynd blefvo gjorda [1]) hade jag allt skäl att vara belåten med dagens färd. De förut så sterila liefdebaylagren hade ju nu visat sig innehålla ett ganska rikt lif. Det var varmt och sommarlikt i dalen denna dag. KLAUS hade under min frånvaro skjutit ännu en ren och LUND en ripa. Elfvarne, som vid mitt förra besök voro så besvärliga, innehöllo nu helt litet vatten och voro derför lätta att öfvervada. Den 21 rodde jag i land till Pyramidberget, hvars topp nu var molnfri, så att den utan svårighet, eftersom baslinien redan var uppmätt och utstakad, kunde insigtas. Höjden befanns vara 867 meter. Jag gick sedan med KLAUS och LUND till det ställe, der fisklemningarne blefvo funna föregående dag, då endast en ringa del hade kunnat medtagas. Båda karlarne fingo en ansenlig börda, och de förklarade efteråt, att de hellre burit hvar sin ren den milslånga vägen än de tunga stenarne. Sjelf vandrade jag längre mot sydvest, fann i en bäckravin några växtfossil, och på en platå ganska ymnigt en lefvande växt, som jag icke kände, men hvaraf jag nu endast kunde medtaga helt få exemplar. Den var allestädes steril och befanns efter hemkomsten vara *Alsine Rossii* FZL, förut blott känd från Spetsbergens nordkust. Jag besteg sedan en till cyathophyllumkalken (med anstående Fusulinakalk) hörande ödslig högslätt, betäckt af stenskärfvor och blottad på all vegetation, utom en och annan fjellvallmo. På en snödrifva insamlades något röd snö. Jag hade ämnat bestiga ett mycket högt, men lätt tillgängligt berg, från hvilket man borde hafva utsigt såväl öfver Isfjorden och Klaas Billen Bay som Dickson Bay, men väskan var så fullastad med sten, att remmen skar svårt

[1]) Jag vill här ej underlåta att omämna en annan iakttagelse, som jag denna dag trodde mig göra. När jag upptog en flat sten såg jag på dess undersida en insekt, hvilken efter hvad jag tyckte var en liten staphylinid. Som jag visste, att inga skalbaggar voro kända från Spetsbergen, blef jag mycket förvånad och ämnade derför tillvaratagа djuret. Men då jag letade efter spritflaskan, hvilken låg i botten på geologväskan, föll insekten till marken och kunde icke återfinnas. Jag sökte sedan förgäfves under en mängd stenar efter andra. Om insekten verkligen var hvad jag tog den för, skulle dermed Spetsbergens första skalbagge vara iakttagen.

in i axeln, och jag måste vara nöjd att orka föra allt till stranden, sedan jag i dalen gjort ytterligare insamlingar. Jag hade nu fått en ganska god öfverblick öfver de olika liefdebaylagrens inbördes förhållanden och beslöt derför att nu möta DE GEER. Visserligen syntes i en sidodal norrut på afstånd ett berg, som tycktes bestå af än mjukare skiffrar än som här i allmänhet förekommo, och der man måhända kunde hafva utsigt att finna några andra försteningar, men då för en vandring dit hade måst offras en hel dag med osäkert resultat, ville jag icke för den skull låta DE GEER vänta. Bjona fick derför lyfta ankar, och vid elfvatiden på aftonen fingo vi något vind, ehuru helt svag. På morgon den 22 hade det blifvit stiltje, och vi hade ej hunnit längre än utanför Skansbay. Medan vi lågo här utan någon vindfläkt sågo vi, att i Sassenbay utanför Gåsöarne rådde storm, så att sjön var hvit, ett ingalunda ovanligt exempel på vindarnes lokala natur i Spetsbergens fjordar. Först vid femtiden på eftermiddagen hunno några fläktar till oss, så att vi kunde komma ut i blåsten, och väl hunna dit gick det undan med god fart mot Kap Thordsen. Der var dock sjögången för våldsam, att vi skulle kunna lägga oss för ankar, och vi måste derför segla vidare till halföns vestra sida, der vi kastade ankar klockan 8, visserligen i sjögång, men ej särdeles svår. Under hela färden hade de svåra pumpvattensdunsterna gjort vistelsen under däck omöjlig. När vi passerade meteorologiska stationen sågo vi att DE GEERS båt ännu ej var dit anländ, men då vi hunno till halföns södra sida fingo vi se en båt ligga uppdragen på stranden något öster om rendalen. Kaptenen trodde sig i denna båt igenkänna listerbåten, och vi antogo derför att DE GEERS parti befann sig vid observatoriet. Följande morgon gick jag först in i rendalen för att undersöka torfmossen i dalens botten, och sedan detta väl var gjordt vandrade jag upp på Tschermaks berg för att göra insamlingar ur ett lager nära toppen, hvilket jag iakttagit 1870, och hvars försteningar på grund af den ymniga förekomsten af brachiopoder (*Rhynchonella* och *Spirifer*) göra ett från de öfriga triaslagren ganska afvikande intryck. Lagret återfanns nu och visar sig fortfarande höra till trias, ehuru det ligger betydligt högre än de härifrån förut kända försteningsförande lagren. LUNDGREN angifver härifrån *Halobia Zitteli* LINDSTR., *Monotis? sp.*, *Pecten Öbergi* LUNDGR., *Lima spitzbergensis* LUNDGR., *Rhynchonella sp.*,

Spirifer sp. och *Lingula polaris* LUNDGR. Jag gick ned på vestra sidan af Tschermaks berg och fick vid min återkomst höra, att den sedda båten verkligen befunnits vara listerbåten. Som emellertid ingen DE GEER syntes till — man hade nemligen vid meteorologiska stationen ej observerat att Bjona seglat förbi — vandrade jag på eftermiddagen öfver halfön till observatoriet, der jag fann honom och hans parti välbehållna. Efter en stunds gästfritt samqväm hos meteorologerna vandrade vi derpå åter till Bjona, åtföljda af doktor GYLLENCREUTZ, som ville träffa aftal med vår kock att öfvervintra med den meteorologiska expeditionen, hvars från Sverige medhafda befunnits oduglig. Under vår frånvaro från fartyget hade fångstfartyget »Hvidfisken», kapten INGEBRIGTSEN, passerat Bjona och bland annat meddelat, att den norra isen nu låg än sydligare än förut, så att någon utsigt att nå Mosselbay hade hela denna sommar icke förefunnits. I. kom nemligen nu med sitt fartyg från Magdalenabay.

Om sin färd till Sassenbay och vistelse vid Kap Thordsen meddelar DE GEER:

»Den 18 Augusti lemnade jag Bjona vid mynningen af Sassenbay och stannade här jemte några man med en af båtarne för att undersöka det, som ej medhunnits under vårt första besök vid denna fjord.

Vi landstego nära en diabasudde, som är belägen något öster om »hyperithatten», och som synes på långt håll. På udden finnas repade och polerade hällar, och detta är förmodligen fallet äfven på »hyperithatten», hvilken jag dock ej besökte. Diabasudden hade mot hafvet en brant afstupning, och på denna häckade en ganska talrik koloni af lunnefoglar.

Söder om udden anträffades vid terrasserna en mängd stora skal af *Cyprina islandica* samt ett stycke österut en terrass, som bland annat innehöll *Mytilus edulis* och blad af *Salix polaris*. Denna terrass liknade för öfrigt till sin bygnad i hög grad de intressanta Mytilusbäddarne vid Adventbay. Men vinden var nu gynsam för segling inåt fjorden, och jag gjorde derför endast en förberedande undersökning i hopp att på återvägen ånyo kunna besöka denna lokal, som synes vara af stor vigt för kännedomen om Spetsbergens postglacialtid.

Sedan jag tagit fotografier af kusterna midtemot fortsattes färden. Man kunde nu märka, att hösten nalkades.

Många växter voro utblommade, polarvidet började gulna, och prutgåsen hade samlat sig i stora flockar, troligen för att snart börja flyttningen.

Längs södra kusten af Sassenbay bestodo bergen vid stranden af permiska skiffrar och högre upp af triaslager med vackra gångar af diabas, hvilka stundom grenade sig och tvärt afskuro de sedimentära lagren. Af mest intresse i geologiskt hänseende var måhända den stora förkastning, som anträffades midtemot Tempelbay, och hvars storlek nog uppgick till åtminstone 500 meter.

Vi tältade nedanför förkastningsberget, hvilket den 19:de bestegs och undersöktes. På M. CH. RABOT'S sedermera uttalade önskan erhöll det namnet *Marmiers berg* efter en af deltagarne i expeditionen med »la Recherche». Samma dag afvägdes terrasser i trakten, och en mängd vinklar togos med en vanlig kompass för att kartan öfver det inre af Sassenbay åtminstone något skulle kunna förbättras. Vi seglade derpå öfver till »Bjonas hamn», der vi tältade under nästa softid.

Då en af manskapet följande morgon gjorde upp eld nära tältet, kom en räfunge och nosade i hans kokkärl så tätt intill honom, att den lätt kunnat fångas. Jag nämner detta såsom ett af många exempel på de unga fjellräfvarnes nästan fullkomliga brist på räddsla för menniskan. De äldre hafva dock, åtminstone numera, lärt att akta sig temligen väl.

Sedan på morgonen den 20:de fotografier och vinklar tagits, afseglade vi med svag ostlig vind förbi det storartade Tempelberget till den vik, som inskjuter mellan detsamma och Gipshook, och som förut knappt varit antydd på kartorna. Den kartlades nu, så godt sig göra lät, och vi gjorde derpå en vandring inåt den långa raka dalen innanför viken. På dess jemna botten förekom drifved ganska långt från den nuvarande stranden. Längst in i dalen syntes en skymt af inlandsisen, som dock hitåt ej torde nedsända någon större glacier.

Nära vikens midt utföll en elf, som var temligen smal, men ovanligt djup, hvarför manskapet förmodade, att den var laxrik.

Viken fick namnet Gipsbay och var fyra kilometer bred, men endast två och en half lång. Den var ganska grund, isynnerhet i den innersta, nordöstra delen, der ej ens vår båt kunde komma fram. Huruvida ankarsättning möjligen

finnes innanför diabasudden vid norra sidan af vikens mynning, hunno vi ej undersöka. Af särskildt geologiskt intresse var den förkastning, som genomsatte Gipshook, och som troligen utgör en fortsättning af den, hvilken anträffades midtemot Tempelbay.

Vi tältade på Gåsöarne och begåfvo oss den 21:sta till Kap Thordsen, der vi skulle invänta Bjona. Vinden hade ökats nästan till storm, så att det var nätt och jemt vi kunde taga oss fram med vår lilla öppna båt.

Efter hvad NATHORST sedan omtalade hade Bjona legat för stiltje i Klaas Billen Bay, under det samtidigt hvita brottsjöar syntes ute i Sassenbay. Detta var ingalunda den enda gången vi iakttogo högst olika vindförhållanden i hvarandra närbelägna fjordar.

I följd af den våldsamma bränningen kunde vi ej landa förr än en god mil vester om Smiths Observatorium, dit vi sedan begåfvo oss till fots, och der vi på gästfriaste sätt mottogos af meteorologerne.

Följande dag, den 22:dra, gjorde V. GYLLENSKIÖLD och jag en vandring mot nordost för att uppsöka gränsen mellan trias och äldre lager. Den anträffades vid en dal emellan Kap Thordsen och Skansviken, och lagerföljden befans vara den vanliga. På återvägen sågo vi snösparfvar, som nu likväl voro skygga och flögo vidt omkring. Troligen flyttade de snart derefter; jag åtminstone såg efter denna dag ingen snösparf på sjelfva Spetsbergen.»

Den 24 Augusti på morgonen lyftades ankar och Bjona styrde in mot Dicksonbay. Det blef dock snart stiltje, hvarför jag lät sätta mig i land vid Kap Waern, der jag gjorde en lång vandring öfver sjelfva den lägre delen. Denna vandring hade ett hufvudsakligen botaniskt syfte, emedan jag hoppades att återfinna *Campanula uniflora* och *Woodsia glabella*, hvilka tagits här af MALMGREN 1868. Af Spetsbergens då kända 121 kärlväxter [1]) hade jag nemligen varit lycklig nog att under mina båda resor hit sjelf iakttaga ej mindre än 115, och jag hade ännu ej uppgifvit hoppet att få se de återstående sex (en af dem fann jag sedan i Dicksonbay). På grund af en något förvillande uppgift om de i fråga varande växternas

---

[1]) Antalet har när detta skrifves stigit till 123, sedan jag strax efteråt i Dicksonbay fann *Glyceria Kjellmani* LANGE, och sedan doktor GYLLENCREUTZ sommaren 1883 funnit *Colpodium latifolium* R. BR.

fyndort äfvensom brist på tillräcklig tid blef dock vandringen i detta hänseende resultatlös. I några små vattensamlingar lågo här flere lommar, i en ej mindre än sex äldre jemte två ännu ej flygfärdiga ungar. I Ekmanbay hade ejdern allestädes ungar, ett bevis att öarne här ej blifvit besökta af äggplundrare; isen hade dock troligen sent lemnat öarne, ty ungarne voro ännu helt små. Jag tyckte mig se en grönlandsejder, åtföljd af en unge, men är ej säker derpå, emedan afståndet var ganska stort. — Under min frånvaro hade Bjona fått vind samt hade nu hunnit in i Dicksonbay och lagt sig för ankar innanför udden på fjordens vestra sida, dit jag anlände på aftonen.

Den 25 företog jag en utfärd inåt Dicksonbay, hvilken vi på grund af fjordens på kartorna angifna dimensioner antog skola räcka i flere dagar. De Geer, som hade åtskilliga fotografiska arbeten att utföra, stannade ombord och skulle derefter börja undersökningen af Ekmanbay. Vi höllo oss till en början på fjordens vestra sida, der snart innanför udden liefdebaylagrens röda och gröna sandstenar samt röda leror framträda under bergkalken för att längre in i fjorden höja sig allt mera och slutligen blifva de dominerande. Fjordens vatten är i det inre alldeles rödt på grund af de röda lagrens förvittringsprodukter. Vid mynningen af en liten dalgång fann jag här en tufva af *Tofieldia*, förut endast funnen af Kjellman vid Skansbay, och vid en genomskärning af de lösa jordlagren långs en elf i dalens botten syntes präktig hvarfvig lera, analog med vissa slag af vår glaciallera. Detta var det enda ställe på Spetsbergen, der hvarfvig lera af mig blifvit iakttagen. Som fjorden befanns vara för grund för att vår båt skulle kunna lägga till på vestra sidan, rodde vi öfver till den östra, der vi slogo läger på en fjerdedels mils afstånd från fjordens slut. Vädret var denna dag det vackraste vi haft sedan början af Juli månad, varmt och soligt samt fullkomligt lugnt. Härinne voro sälar (*Phoca hispida*) vanliga, och i det lugna vattnet lätta att skjuta. Också sköt jag ej mindre än fem stycken, och dertill hade under min frånvaro i land en af karlarne slagit ihjäl en. Detta skedde på så sätt, att sedan sälen kommit in på mycket grundt vatten och hans väg genom en fåra i detta kunde skönjas, motades han af båten helt nära upp emot land, hvarpå karlen sprang i vattnet och högg ihjäl honom med en hacka. Der vi tältat hade vi svårt att anskaffa

vatten till kokning, ty alla bäckar voro utsinade; en i en klyfta qvarliggande snödrifva hjelpte oss dock ur vår förlägenhet. Jag hade vid denna utfärd begått ett vid resor i de arktiska trakterna oförlåtligt fel, nemligen att icke sjelf öfvervaka provianteringen af båten, och då kocken genom något missförstånd trodde, att resan endast skulle räcka en dag, hade han försett mig med helt obetydligt proviant. De skjutna sälarne kommo derför väl till pass, och sälbiff utgjorde under de båda närmaste dagarne min hufvudsakliga föda; sämre kunde man haft det.

Den 26 vandrade jag åtföljd af karlarne in längs östra sidan af det lågland, som bildar fjordens fortsättning norrut. Här äro fjäll och sköldar af fiskar ej sällsynta i liefdebaylagren, ehuru vanligen ganska fragmentariska. Innan vi ännu hunnit till glacieren på östra sidan fingo vi se två liggande renar, en tjur och en ko, men terrängen gaf så dåligt skydd, att jag ej kunde komma dem närmare än mellan 700 och 800 fot och måste till på köpet skjuta uppifrån sluttningen nedåt. Resultatet blef ej heller annat än att kon blef något blesserad, hon förföljdes af KLAUS, men tog snart vägen öfver låglandet och elfven till fjordens vestra sida. Tjuren sprang längs östra sluttningen mot tältplatsen, och hade någon varit qvar der, hade renen utan svårighet kunnat skjutas. Jag förföljde honom ända till den stora dalen, som från fjordens östra sida sträcker sig mot öster, men han var så skygg, att han ej mer lät mig komma inom håll, och terrängen var dertill alldeles omöjlig, i det den icke lemnade något skydd. Några intressanta profiler af grus- och lerlager med skal af *Cyprina*, *Mytilus*, *Littorina* m. fl., liknande Mytiluslagren i Adventbay, lemnade dock någon ersättning för den misslyckade jagten. Här torde äfven böra påpekas, att medan den på Spetsbergens kuster uppkastade tången i allmänhet, eller åtminstone till öfvervägande del, utgöres af Laminarior, bildades den kring stränderna af Dicksonbay nästan uteslutande af Fucus. Vi sågo här en flock hvitfiskar och hade under föregående del af vår resa mött sådana flere gånger, dels vid Mimers bugt, dels i Adventbay.

Den 27 på morgonen hade en räf infunnit sig vid sälkadavren, hvilka han lät sig väl smaka. Fastän jag sköt en kula bakom bogarne tvärs genom kroppen sprang han så fort undan, att jag trodde mig hafva skjutit miste, men innan jag

hann skjuta ännu ett skott föll han med ens omkull och var död. Efter frukosten vandrade jag till det inre af den låga marken norr om fjorden, åtföljd af en af karlarne. De båda andra fingo order att segla öfver till vestra sidan, der jag på aftonen borde inträffa. Den låga marken är nästan alldeles jemn och har för, geologiskt taladt, ej så långt tillbaka blifvit höjd öfver hafvet, hvars forna gräns angifves af ett bälte af drifved. Emellertid hafva åtskilliga växter redan börjat utbreda sig på lermarken, hvarför denna säkerligen numera icke öfversvämmas af flodvattnet. Vid glacieren på östra sidan kunde jag icke upptäcka block af andra bergarter än liefdebaylagrens, hvilka derför mot öster torde hafva en rätt ansenlig utbredning. Det var ursprungligen min mening att söka bestiga berget vid dalens botten för att derifrån få se Wijdebay, men en kall nordlig blåst inhöljde alla bergtopparne i snötjocka, så att någon utsigt icke var att förvänta. Jag ville då försöka kringgå fjellet på vestra sidan vid glacieren, men när väl ett parti var passeradt, mötte ett annat o. s. v., och jag vände då om, ganska trött efter vandringen öfver denna mycket besvärliga mark. Jag hade dertill en tung last af sten. En vacker utsigt fick jag dock öfver den vestra glacieren och dess moräner samt de ur densamma i vester uppskjutande bergtopparne, hvilka alla utgjordes af liefdebaylager. Den norra sidan af glacieren mot bottenfjellet var på det mest fantastiska sätt sönderskuren, och ändmoränen framför densamma var till det yttre mycket lik en rullstensås, en skenbar likhet, som någon gång bedragit t. o. m. ganska erfarne kännare af våra lösa jordlager. Vi hade sedan att öfvervada den mycket besvärliga glacierelfven och derpå flere timmars väg längs vestra sidan af lågmarken för att komma åter till båten, som hade kommit till utsatt ställe att möta oss, och dit vi anlände efter 12 timmars oafbruten vandring. Tvenne fynd denna dag må här anföras, nemligen det för Spetsbergen nya gräset *Glyceria Kjellmani* LANGE samt sköldar af *Cephalaspis* i liefdebaylagren i bottenfjellet. Det senare fyndet är derför af särskild vigt, emedan slägtet är utmärkande för de allra understa devonlagren, och då här befintliga lager äro äldre än dem i Mimers dal, hvilka tillhöra gränsen mellan devon och karbon, måste man följaktligen antaga, att liefdebaylagren representera hela den devoniska perioden. Häraf blir åter en följd, att de ännu äldre

Heklahooklagren icke kunna vara yngre än silur. Otänkbart är icke, att man i Wijdebay skall träffa andra liefdebaylager, äldre än de här omnämnda, och det vore sålunda icke omöjligt, att äfven en del af silursystemet i denna serie kunde vara representerad. — Sedan vi ätit och jag undersökt en intressant profil af molluskförande postglaciala ler- och gruslager styrde vi för god vind mot Bjona, dit vi anlände ungefär vid midnatt. Invånarne på Bjona hade nu ökats med ännu en, nemligen en lefvande ung fjellräf, som fångats på den låga udden vid ankarplatsen. När räfven der såg sig instängd hade han begifvit sig i vattnet, der han fångades i en säck. Denna räf lemnades sedermera till den meteorologiska expeditionen vid Kap Thordsen.

De Geer hade den 27 begifvit sig åstad till Ekmanbay. Vi hade till mötesplats utsett Kap Boheman, mot hvilket ställe Bjona den 28 på morgonen nu fick styra, men då vi i den starka nordliga blåsten icke kunde förankra fartyget på uddens norra sida, och den södra icke är tillgänglig på grund af derstädes befintliga skär, lät jag Bjona sätta kurs på Safehaven, med afsigt att derifrån i båt undersöka den mellanliggande kusten. Om detta lyckades skulle således hela Isfjorden så när som på sträckan mellan Greenharbour och Kolbay vara undersökt när jag mötte De Geer vid Kap Boheman. Såsom längre fram synes kunde jag emellertid aldrig komma dit, hvilket för mig var en stor personlig missräkning, då de växtförande juralagren vid Kap Boheman, på grund af mina undersökningar af motsvarande lager i England, för mig hade ett alldeles specielt intresse. Vi hunno till Safehaven vid femtiden på eftermiddagen, men strömmen var så emot oss, att fjordens inre nåddes först half sju. Vi kastade ankar på knappt ett bösshålls afstånd från strand. »Omgifna af glacierer och is samt taggiga berg», heter det i dagboken. »Det är höst, Alkhornets fogelskaror borta, röd och grön snö.»

Den 29 var det kallt, vinterlikt och blåsigt. Jag undersökte denna dag vestra sidan af Safehaven; på sluttningen af »dödmanden» fann jag en bituminös kalksten i Heklahooksystemets lager med försteningslika partier, hvilkas natur dock ännu är oafgjord. Alkhornet består af grå kalk, alldeles lik den, som bildar Sofiekamm i Hornsund, der nedanför komma glimmerskiffer och en sandstensartad qvartsit. I Safehavns inre uppdagades på vestra sidan äfven anstående ursasandsten

med åtföljande bituminös skiffer, hvilken på ett ställe i sjelfva strandbrädden bland annat befanns innehålla utomordentligt vackra exemplar af *Sphenopteris frigida*, utvisande, att hvad man förut kände af denna art var endast de sista obetydliga bladsegmenten. Nedanför Alkhornet finnes en ganska mägtig, gräsrik torfmosse, lik den vid Kap Thordsen; på densamma höllo sig nu stora flockar af gäss (*Anser brachyrhynchus*), påtagligen i begrepp att snart flytta. På en snödrifva nedanför Alkhornet insamlades ett rikligt prof af röd snö, som sedermera undersökts och beskrifvits af professor V. WITTROCK [1]). På qvällen lät jag karlarne skrapa, skörden utgjordes hufvudsakligen af musslor.

Den 30 Augusti på morgonen hade det frusit tjock is på vattnet i vattenbaljorna på Bjonas däck. Jag seglade ut för att undersöka kuststräckan norrut mot Kap Boheman, men redan vid Safehavens norra sida lät oss den starka nordanvinden med en försvarlig sjögång ana, att vi troligen ej skulle komma långt. Jag sökte först efter det vattenmärke, som inhuggits här af 1864 års expedition, men det kunde icke upptäckas, vare sig emedan det genom vittring eller isens verkningar verkligen nu försvunnit, eller emedan vi i de svåra dyningarne icke kunde söka tillräckligt noggrannt. Efter en ganska långvarig kryssning delvis med ref i seglet och under hvilken karlarne, som ej medtagit oljekläder, blefvo temligen våta, lade vi till på sydvestra sidan af den första glacieren norrut. Man finner här alldeles samma lagerserie som mellan Greenharbour och hafvet, ehuru lagren på nu i fråga varande ställe delvis äro inverterade. Från söder till norr, om man börjar vid Safehavns vestra sida, har man sålunda 1) Heklahooklager, mot hvilka 2) ursasandstenen olikformigt stöter an, 3) permo-karbon, 4) permiska skiffrar (sågos blott från båten), 5) trias (i löst block *Halobia*), 6) jura. Denna senare var anstående vid båtens tilläggsplats, och jag insamlade der *Dentalium Lindströmi* LUNDGR., *Nucula sp.*, *Leda De Geeri* LUNDGR. (enligt LUNDGREN på anfördt ställe). Något sydvest härom utskjuter en udde, utan tvifvel motsvarande »Fästningskammen», en annan ännu vestligare torde motsvara udden vester om denna. Det hade emellertid redan under seglatsen

[1]) V. WITTROCK, Om snön och isens flora. (I NORDENSKIÖLDS Studier och forskningar, föranledda af mina resor i höga norden). Stockholm 1883.

hit börjat snöa, så att marken nu delvis var alldeles hvit, hvarigenom de geologiska arbetena naturligtvis i hög grad försvårades. Ur snön syntes på ett ställe blomhufvudena af den förut på Spetsbergen icke iakttagna hufvudformen af *Luzula arcuata* uppskjuta, och det var således i sista minuten, som den nu blef insamlad. Vi rodde sedan norrut förbi glacieren, men då vi hunno till nästa udde (hvilken på kartorna ligger alldeles för nära Safehaven) var marken så snöhöljd, att några nämnvärda iakttagelser der ej kunde göras. En i sandstensskiffern funnen *Leda* talar dock för att denna udde åtminstone till sin inre del sannolikt hör till juran, kolbitar i raset på ett ställe angaf förekomsten af ett kollager. Snötäcket förorsakade, att jag ej heller kunde utröna den geologiska beskaffenheten af fjellen innanför glacieren, hvilket annars mycket väl med kikaren bort vara möjligt. Snöandet fortfor alltjemt, och då vi återkommo till Bjona var det helt vinterlikt, fartyg och omgifningar höljda i snö.

Den 31 på morgonen var fartygets däck betäckt af djup snö och nederbörden fortfor alltjemt. Jag började bli orolig för De Geers parti, i det jag fruktade, att han möjligen skulle söka Bjona i Dicksonbay och således göra en lång färd förgäfves. Han hade vid sin afresa qvarlemnat ett meddelande, att det medförda proviantförrådet var afsedt för flere dagar, så att i det hänseende var jag dock trygg. Men då han påtagligen ej längre kunde fortsätta sina arbeten, var det ju på en gång både gagnlöst och obehagligt, att under dessa väderleksförhållanden nödgas föra tältlif. Inne i Safehavn var det dock till en början denna dag ganska lugnt, och först vid tolftiden kunde vi derför lyfta ankar. Vi kryssade nu i snötjocka och blåst upp mot Kap Boheman, men då vi i tjockan icke vågade gå för nära och blåsten var mycket ogynsam, ändrade vi sedan kurs och styrde mot den meteorologiska stationen. Jag tog nemligen för gifvet, att De Geer hellre än att under det svåra vädret invänta oss vid Kap Boheman skulle söka skydd hos meteorologerna, och denna förmodan visade sig fullt rigtig, ty då vi ändtligen hunno dit klockan tre på morgonen den 1 September, fingo vi genast se den på stranden uppdragna fångstbåten. Vi kunde således lägga oss att sofva i ro; som vi sedan erforo hade De Geers parti anländt endast ett par timmar före oss. Då fångstbåten senare på morgonen rodde ut till oss blefvo vi angenämt

öfverraskade af att se den innehålla flere stora och feta renar. DE GEER hade nemligen lyckats skjuta en, och styrmannen ej mindre än fyra. DE GEERS skildring af färden till Ekmanbay meddelas här med hans egna ord.

»Sedan jag ett par dagar ombord på Bjona varit sysselsatt med fotografering och fixering af plåtar samt liknande göromål, afseglade jag den 27:de Augusti jemte styrman och två af manskapet med fångstbåten för att undersöka Ekmanbay.

Jag steg snart i land och vandrade öfver slättlandet norr om Kap Wærn, under det båten kringseglade udden. Marken var nu mycket torr och många växter hade vissnat. Vi påträffade i en liten dam ett par lommar med ännu långt ifrån flygvuxna ungar. Ejdrarnes ungar voro också ännu rätt små.

Hela låglandet ända ut till Kap Wærn består af lager tillhörande bergkalken och ytterst lika motsvarande lager på alla andra ställen vi undersökt. Den sydligaste udden, som vid flod utgjorde en liten ö, bestod af svart flinta och var ganska rikligt bevuxen med *Mertensia maritima*. På vestra sidan af slättlandet uppträdde diabasgångar med repade ytor, hvilka som vanligt undersöktes. Vi tältade strax sydvest om Koliseumberget vid en vattenrik bäck, i hvars mynning vi rodde in med båten. På morgonen, den 28:de, då vi vaknade var det ebb, och bäcken hade utsinat. Ett bra stycke från stranden hade allt dess vatten sökt sig ned i det steniga gruset. Samma företeelse ser man ej så sällan på Spetsbergens lågländer, i det bäckar än utsina i gruset och än plötsligt frambryta derur.

I bäckfåran anträffades block af Fusulinakalk, lik den NATHORST och jag anträffat i Tempelbay. Nära tältet funnos lemningar efter en rysstuga; och en tranlampa, som låg derbredvid, föranledde oss att anställa gräfningar. Dervid anträffades en mängd redskap af olika slag, som gåfvo en ganska fullständig föreställning om den torftiga utrustning, med hvilken de ryske fångstmännen år efter år utsatte sig för polarnattens faror. Tyvärr hade jag förut ej anat, att något var att finna i de grushögar, som här och der på Spetsbergen beteckna stället för gamla rysstugor, hvarför jag ej egnat dem den uppmärksamhet de torde förtjena, såsom en af de få urkunder, som finnes angående den ryska fångsttiden.

Då ryssakerna inpackats och fotografier af bergssträckorna som vanligt blifvit tagna, seglade vi till den stora ön i midten af Ekmanbay. Den bestod af Cyathophyllumkalk, hvilken här såsom ofta af vågorna blifvit urholkad, så att stundom fristående pelare bildats. På stranden anföllos vi af de små lifliga silfvertärnorna, som ännu hade dunungar.

Vi tältade nästa natt på fjordens vestra strand vid foten af Kapitoliumberget och iakttogo dervid frost för första gången efter Juni månad. Den 29:de undersöktes i närheten af tältplatsen vid den glacier vi sedan uppkallat efter SEFSTRÖM flera sandåsar, som mycket erinrade om de svenska rullstensåsarne, ehuru i liten skala. Glacieren fotograferades derefter från fjellet söder om densamma, och härifran åskådade vi äfven några storartade »kalfningar», som nära nog blifvit ödesdigra för båten. Glacieren hade i senare tid dragit sig rätt mycket tillbaka, att döma af de moräner, som qvarlågo på stranden och andra, hvilka uppstucko ur fjorden såsom holmar.

Sedan jag uppsökt gränserna mellan bergkalk-, perm- och triaslagren seglade vi söderut till en gräsrik dal, framför hvilken ett deltaland som vanligt utbredde sig. Då vår medförda proviant led mot slutet, stego vi här i land för att söka efter renar. Vi funno talrika spår och ovanligt stora horn, men inga renar. Styrman, som gick längst in mot dalens slut, fick deremot se en flock af omkring tio ripor, som kommo ned från ett fjell och dit återvände, då han sköt efter dem. Vi sågo under sommaren temligen sällan ripor, men flera gånger fjäder af sådana. Enligt uppgifter af fångstmän tyckas de likväl ej vara sällsynta omkring Isfjorden och Belsund.

Jag följde stranden söder om nämde dal, under det manskapet färdades i båten. På strandsluttningen påträffades bland annat blommande exemplar af *Petasites frigida*.

Natten till den 30:de tältades norr om den stora glacier, som ligger sydvest om Ekmanbay. På morgonen var styrman ute på jagt och upptäckte en hjord af tio renar samt lyckades skjuta två. Vi gingo derpå tillsammans uppför hela den dal, som skiljer glacieren från fjellet, samt sköto ytterligare tre renar. Under denna jagt fick jag bekräftelse på fångstmännens påstående, att renarne på Spetsbergen ej frukta knallen af skott, så att man från ett gömställe kan afskjuta det ena efter det andra, utan att de fly, blott man ej visar

sig. Antagligen beror detta derpå, att de äro vana vid det dån, som uppkommer, då glaciererna kalfva, och som stundom höres ett par gånger i timmen samt ofta liknar starka kanonskott.

Innanför dalens ända syntes vackert lagrade bergkalkfjell, och der de vidtogo, afvek en smalare dal mot norr. Hela dagen var det yrväder och så stark frost, att bäckarne här och der tillfröso. så att isen bar.

När vi på morgonen den 31:sta kommo ut ur tältet, hade båten i följd af den starka vinden slitit loss den fånglina, som varit fastgjord i land och låg nu långt ut från stranden och ryckte på den sten vi nedsänkt såsom ankare. De snören vi hade i land nådde ej derifrån ut till båten, och först genom att jag vadade ut i vattnet till höfterna lyckades det slutligen infånga densamma. Mina följeslagare voro redan genomväta sedan qvällen förut, då de burit ned renarne till kusten och gång på gång måst nedlägga dem i snön för att hvila. I det häftiga yrvädret kunde vi ej torka kläderna, men det oaktadt blef ingen af oss det minsta förkyld under den långvariga segling, som nu företogs.

Vi styrde först till Kap Boheman, der vi skulle möta Bjona. Emellertid kunde vi ej upptäcka jakten, ehuru vi gjorde en vandring ett bra stycke in mot land på den milslånga udden för att se hvar fartyget tilläfventyrs ankrat..

Kap Boheman är en låg och kal landtunga af sandsten, hvilken visar tydliga märken efter böljslag. NORDENSKIÖLD har redan påpekat den petrografiska likheten mellan denna bergart och de öfre juralagren vid Kap Agardh. Den liknar också ganska mycket de lager af hård sandsten vid Fästningen och Adventbay, hvilka NATHORST bestämt såsom öfre jura, men jag kunde nu ej göra något försök att utreda dess plats i lagerföljden på detta ställe.

Det hade redan fallit och föll alltjemt mycket snö. Vår proviant utgjordes sedan ett dygn endast af de skjutna renarne. och som det ingenstädes fans lä, var det nästan omöjligt att göra upp eld för att koka något af köttet. Då vi dertill hade föga ved och i blåsten svårligen kunnat få tältet att stå, beslöto vi att segla till Smiths observatorium vid Kap Thordsen för att der invänta bättre väder och sedan uppsöka Bjona. Vi bygde derför en varde, inlade i densamma underrättelser till NATHORST och sökte oss fram efter fickkompass genom

snötjocka och stark ogynsam vind till Kap Thordsen, dit vi anlände tidigt den 1:sta September. Ett par timmar efter vår ankomst fingo vi till vår angenäma öfverraskning se Bjona fälla ankar utanför observatoriet.»

Det oparäknade snövädret gjorde ett svårt afbräck i våra planer. Vi hade antagit, att vi åtminstone till den 15 September skulle kunna fortsätta våra arbeten och derför ej blott medhinna hvad som återstod af Isfjorden, utan äfven Belsund och möjligen också Hornsund. Men det såg nu ej ut, som skulle någon utsigt dertill förefinnas, snön var ej längre kram utan yrde, landet var alldeles snöbetäckt. För närvarande var här icke något att uträtta, och det klokaste var derför under för handen varande omständigheter att segla till Greenharbour för att der närmre fjordens mynning afvakta väderleksförhållandena. Sedan vi af de alltid gästfria meteorologerna erhållit några felande proviantartiklar samt till dem öfverlåtit vårt tält, en kälke m. m. begåfvo vi oss följaktligen nu åstad. Vår kock, OLUF, med hvilken vi under hela tiden varit synnerligt belåtna, qvarstannade vid observatoriet för att der tillträda sin befattning för vintern. Vi fingo kryssa hela aftonen och natten och hunno till Greenharbour först fram på förmiddagen den 2 September. Det var äfven denna dag svårt väder, regnblandad snö och stark blåst. I fjorden lågo mellan 20 och 30 torskfiskarefartyg för ankar. Den 3 September var vädret fortfarande hårdt, och som det var Söndag samt karlarne efter de föregående dagarnes ansträngningar väl behöfde hvila sig, ansåg jag mig kunna ifrågasätta en båtfärd till trakten öster om Kolbay, endast såvida några af karlarne frivilligt ville medfölja. Efter någon parlamentering förklarade OLE JOHAN, att om någon annan följde med, så ville äfven han resa, och nu anmälde sig äfven KLAUS och LUND såsom villiga, hvarpå vi strax begåfvo oss af. Färden gälde fyndorten för de tertiära musslorna, hvilka iakttagits den 16 Augusti, och som vinden var god kommo vi fort nog fram. Vi gjorde en god skörd, men detta var i sista minuten, ty floden steg alltjemt och en half timma senare var lokalen ej längre tillgänglig. De insamlade musslorna hafva undersökts af Dr TH. FUCHS i Wien, som anser dem vara miocena, ehuru de visserligen, såsom förekommande i en grof sandsten endast såsom stenkärnor, icke äro fullt bestämbara. Vi voro klara redan strax efter klockan ett, men då vi nu

skulle kryssa, skedde detta med den vanliga påföljden, så att vi behöfde fem timmar för att komma ett stycke förbi Kolbay. Vi gjorde upp eld på stranden, och som det sedan blef lugnt rodde vi återstoden af vägen samt anlände till Bjona half tolf på natten, mycket frusna. De Geer hade varit omtänksam nog att elda upp kajutan (till tropisk värmegrad), hvilket var mycket angenämt; den var för öfrigt denna afton illuminerad för första gången.

Den 4 på morgonen meddelade kapten Johnsen, att ett hvitfiskfångarefartyg, som låg vid den s. k. rysselfven häremellan och Kolbay, nyligen skulle lyckats fånga några hvitfiskar, och för att erhålla skelett och kranier m. m. för Stockholms Högskolas räkning, sändes kaptenen åstad till fartyget. Han återkom på aftonen, medförande ett skelett samt två kranier, allt af gamla hanar, äfvensom hjerta och struphufvuden. Under dagens lopp hade jag ånyo granskat profilen från Fästningskammen österut, och genom fyndet af ett lager marina juraförsteningar ofvanpå den växtförande sandstenen kunnat med säkerhet konstatera, att den senare hörde till juran. Det försteningsförande lagret var påtagligen samma nivå, som det norr om Safehaven funna, och de här förekommande försteningarne äro enligt Lundgren *Dentalium Lindströmi* Lundgr. samt obestämbara arter af slägtena *Ammonites*, *Nucula*, *Leda* och *Astarte*. På eftermiddagen ångade ångbåten Forsög, kommande från Greenharbours inre, förbi Bjona på väg till den hamnplats utanför Kap Staratschin, hvilken af fångstmännen vanligen benämnes »Kejlan», och som ångbåten följande afton ämnade afgå till Norge fingo vi tillfälle att sända såväl underrättelser från vår expedition som meteorologernas post, hvilken vi medfört från Kap Thordsen. Dagens utfärd hade nogsamt ådagalagt, att några omfattande geologiska arbeten ej mera kunde utföras, och vi ämnade derför vid första lägliga vind lyfta ankar och segla till Beeren Eiland. Men vinden var alltjemt sydlig.

På morgonen den 5 sändes en båt med vår post till Forsög, vår postlåda på Fästningskammen nedtogs och vi beredde oss på hemresa. Som vinden dock fortfarande var sydlig, och vi sålunda ej kunde komma åstad, reste jag på eftermiddagen till Kap Heer för att undersöka ett der befintligt kollager. Detta är metertjockt, och som kolen äro goda, pläga de numera tillgodogöras af ganska många fartyg. Vid vårt besök

voro manskap från flere fartyg sysselsatta med kolbrytning; kollagret är nu vida mera blottadt än då NORDENSKIÖLD undersökte detsamma. Jag hade ämnat härifrån fortsätta mot Kolbay, men narrades att segla öfver Greenharbour förbi »Fästningen» på grund af en uppgift, att ett kollager skulle finnas utanför denna. När vi kommo fram förklarade emellertid styrman, som lemnat denna uppgift, att han kanhända misstagit sig, och att kollagret möjligen låg innanför i stället för utanför det anförda stället. När allt kom omkring visade det sig sålunda, att uppgiften syftade på kolen vid Taxodiumlagren, hvilket jag redan föregående dag undersökt.

Den 6 September omöjliggjordes arbeten ute genom snöblandadt regn. Vid middagstiden började en nordostlig vind blåsa, och jag gaf derför genast order om afresa. Innan ankaret kom upp mojnade dock vinden ansenligt af; vi gjorde några slag, men som strömmen var emot gick det långsamt. Ute i Isfjorden blåste det mera; ett fartyg, som blifvit färdigt före oss, sågs för fylda segel styra ut ur fjorden. Ändtligen nåddes äfven vi af starkare vindfläktar, och med god fart gick det åstad. Vinden var i Isfjordens mynning så hård, att vi måste taga in ref i seglet. Emellertid hade vi ej hunnit långt ut ur fjorden förrän det blef stiltje, så att vi blefvo liggande stilla i stark dyning. Forsög kom styrande förbi oss på väg hem, vi sände ännu ett par bref. LUND hittade sedermera på att »pilka» torsk, hvilket lyckades och derpå togos på en kort stund omkring fyrtio stycken, de största 95 cm. långa. Måhända är här, söder om Isfjordens mynning, en god fiskbank. Den 7 ingick med stiltje, men på förmiddagen kom en god nordlig bris, så att vi med ganska rask fart seglade söderut. Trakten kring Belsund var temligen snöbetäckt, men sydligare voro bergen mera blottade, landet doldes dock snart af tjocka, så att endast bergtopparne syntes. Den 8 på morgonen antogos vi vara i höjd med Sydkap; det var dock regn och tjock luft, så att ingen landkänning erhölls. Vinden hade blifvit ostsydostlig, så att vi måste kryssa hela dagen. Den 9 var vinden vestlig, hvarför vi kunde hålla rätt kurs, men sjön var mycket hög, hvilket antydde stormig väderlek under de föregående dagarne.

Klockan 4 på morgon den 10 September varskoddes vi af kaptenen med tillkännagifvande att Beeren Eiland var i sigte, dock ännu långt aflägsen. Som vinden var svag och

strömmen mot oss hunno vi under dagen ej särdeles långt, utan ungefär till midtför östra sidan af ön. Dagen var märkligt nog klar och molnfri, äfven Mount Misery sågs tidtals helt och hållet [1]). Dess topp var på morgonen betäckt af nyfallen snö. Vi sågo en välbygd stuga på norra sidan af ön, det var väl TOBIESENS vinterqvarter från vintern 1865—66. Jag ville redan på morgonen låta sätta ut båten för att tillsammans med DE GEER försöka en landstigning, men både kapten och besättning menade på, att en sådan i den svåra dyningen var alldeles omöjlig. Vi ämnade derför afvakta förhållandena tills vi hunnit närmare land. Jag fick se två för mig obekanta foglar simma mot fartyget, och som de ej kunde tillhöra några af de från Beeren Eiland förut angifna, sattes båten ut och DE GEER sökte komma dem inom håll. De voro dock mycket skygga och döko undan. Jag såg sedan vid besök i Tromsö museum genast, att i fråga varande foglar måste hafva varit islommar i vinterdrägt. Dessa äro förut ej uppgifna från Beeren Eiland, men torde möjligen häcka i dervarande sötvattenssjöar. På eftermiddagen hade vi hunnit närmare land, men det började nu mulna, en tät dimma sänkte sig öfver bergen och landet, och som nätterna nu voro mörka var det för sent att försöka en landstigning denna dag. Vi gjorde oss emellertid i ordning för en påtänkt landstigning, hvilken skulle företagas följande morgon i gryningen. Fartyget lade bi med stäfven från land och vi gingo lugnt till kojs. Emellertid drefs Bjona af strömmen rakt mot land, hvilket ej märktes förrän de hvita bränningarne syntes genom mörkret. Varpankaret kastades ut på 20 famnars vatten och efter mycket arbete fick man fartyget ur dess farliga läge, dock ej utan någon skada på riggen. Tjockan var nu på morgonen den 11 så stark, att ön icke syntes, och då sjögången alltjemt var ytterligt svår, kunde något landningsförsök ej hafva ifrågakommit, äfven om vi vetat åt hvad håll ön låg. Så påkostande det än kändes måse vi derför uppgifva planen att landstiga på ön. Afsigten med den tilltänkta landningen var att kontrollera en iakttagelse, som jag här gjorde under ett

[1]) MOHNS uppgift att derstädes skulle finnas diabas är origtig. NORDENSKIÖLD trodde sig hafva iakttagit densamma från afstånd år 1864, men denna uppgift återtogs sedermera. Den branta vägg i Mount Misery, hvilken framträder å MOHNS teckning, fig. 8 (Den Norske Nordhafsexpedition 1876—78, 5: 3, sid. 31), har således icke med diabas att skaffa.

mycket kort besök med WILANDER 1870. Vid en hastig vandring längs öns nordöstra sida syntes nemligen glacierrepor på ett groft konglomeratlager, och dessa tycktes gå i rigtning *från* öster eller nordost samt kunde således icke härröra från några forna lokala glacierer på ön. Om denna iakttagelse verkligen var fullt riktig, skulle densamma utgöra ett särdeles vigtigt bevis, att en landförbindelse under istiden egt rum mellan Spetsbergen och Beeren Eiland samt att detta land då var betäckt af en inlandsis. Det hade sålunda varit ytterligt önskvärdt att nu fått kontrollera uppgiften, och troligen finnas glacierrefflor flerestädes på den norra, lägre delen af ön.

Vi seglade söderut hela dagen, först för nordvestlig, sedan för god nordostlig vind, men med mycket hög sjö. Då vi kommo upp på däck den 12 kändes luften mycket ljum, temperaturen var 7,5° och vattnet 8° C. Vinden hade under natten öfvergått till sydlig, så att vi måste kryssa, den vexlade sedan rigtning flere gånger.

Den 13 syntes tvenne Archangelfartyg, vinden var fortfarande emot, men luften var betydligt varmare, nära 12 grader. En snösparf slog vid middagstiden ned på fartyget och satte sig genast att sofva, så att den kunde tagas med händerna. Den placerades i en fjerding, der den strax stack hufvudet under vingen och fortsatte att sofva; en annan, som sedermera kom ombord, blef tagen på samma sätt och somnade äfven. Utom dessa sågos flere flyga förbi fartyget. Följande morgon var en af dem död, den andra hade flugit vidare söderut. Den döda fogeln obducerades, den var ytterligt mager, bestod nästan blott af skinn och ben. En hel flock syntes på morgonen flyga förbi, och senare slog åter en snösparf ned ombord, der han blef ganska tam samt lät sig gryn och vatten väl smaka. Den lemnade oss först nästa dag i närheten af Tromsö. Denna dag, den 14, hade land redan klockan 3 på morgonen varit synligt, men det doldes snart åter af tjocka, och först något efter 4 på eftermiddagen varskoddes det åter. Vi befunno oss då nordvest om Sörö med rak kurs på Fuglö sund; vinden var god, och som den var med, fingo vi en sista afskedshelsning från vår gamle fiende, pumpvattenslukten. En flock springhvalar gingo tätt under fartygets bog, deras märkvärdigt smidiga rörelser i vattnet kunde från däcket tydligt iakttagas. Den 15 ingick med

stiltje och regn, men på förmiddagen friskade det upp och vid middagstiden anlände vi till Tromsö.

Sedan vi här uppgjort affärer, inpackat vår utrustning m. m. medföljde vi den 20 första afgående ångbåt till Throndhjem och anlände dit den 25 sent på aftonen. Den 26 foro vi vidare och ankommo till Stockholm öfver Östersund och Bollnäs den 28 på eftermiddagen. Våra samlingar anlände först senare, de fingo gå fraktfritt på svenska statens jernbana ända från Storlien, hvarigenom en ej obetydlig utgift för expeditionen besparades.

Bilaga.

Såsom i någon mån kunnande tjena till ledning för en annan expedition af samma omfång som vår, har jag ansett lämpligt att här äfven meddela ett kort sammandrag af expeditionens inkomster och utgifter. Dessa voro

Inkomster:

Statsanslag	5,500: —
Bidrag af enskilde (ASTRUP, BEIJER, DE GEER)	2,000: —
» Lars Hjertas minne	1,000: —
» » Stockolms Högskola	800: —
	9,300: —
Ishafsfångst	171: 49
Genom återförsäljning	534: 26
Summa Kr.	10,005: 75.

Utgifter:

Hyra för fartyget under fyra månader	6,500: —
Vetenskaplig utrustning (i hvilken ingick fotografiapparat med tillbehör omkring 750 kr. samt barometrar för 130 kr.)	960: 35
Allmän utrustning (tält, filtar, kokkärl, glas, porslin, släde etc.)	918: 99
Proviant	765: 70
Resa till och från Tromsö, transport af gods, diverse	860: 71
Summa Kr.	10,005: 75.

Härvid bör anmärkas att man i Tromsö ansåg hyran för fartyget vara alltför hög. Ishafsfångsten utgick i verkligheten med dubbla det här upptagna beloppet, men besättningen erhöll i likhet med bruket å fångstfartyg $^1/_3$ och kaptenen fick $^1/_6$. Under en resa till Spetsbergens vestkust kan dock fångst i allmänhet icke påräknas.



Gen Stab Lit Anst

Die Myologie der Vögel ist schon mehrfach Gegenstand der Untersuchung gewesen. Jedoch ist, wenn wir von DE MAN's[1]), FÜRBRINGER's[2]), GADOW's[3]) und HASWELL's[4]) Arbeiten absehen, bisher auf die Innervation der Vogelmuskulatur keine Rücksicht genommen worden. Da nun aber die Unentbehrlichkeit des letztern Momentes für eine strengere Homologisirung der Muskeln durch die Untersuchungen FÜRBRINGER's, RUGE's, DAVIDOFF's u. a. zur Genüge dargethan worden ist, und da anderseits betreffs der Vögel nur über das peripherische Nervensystem bei Paradisea papuana, Corvus monedula, der hintern Extremität der Ratiten, sowie über die Innervation der Muskeln der vordern Extremität einiger andern Arten Darstellungen vorliegen, scheinen mir fortgesetzte Studien in dieser Richtung für unsere Kenntniss der Anatomie der genannten Wirbelthierklasse nicht ohne Bedeutung zu sein. Die vorliegenden Untersuchungen, welche im zootomischen Institut der hiesigen Hochschule ausgeführt sind, betreffen die Muskeln und Nerven der Extremitäten folgender Schwimmvögel: Eudyptes chrysolopha, Alca torda, Mergulus alle und Mormon arcticus.

Ich benutze diese Gelegenheit um meinem verehrten Lehrer, dem Herrn Doctor W. LECHE, meinen herzlichsten Dank für die gütige Leitung öffentlich auszusprechen, welche er dieser Arbeit zugewandt hat.

---

1) »Vergelijkende Myologische en Neurologische Studien over Amphibien en Vogels». Leiden 1873.
2) »Zur Lehre von den Umbildungen der Nervenplexus». Morphologisches Jahrbuch. Fünfter Band. Zweites Heft. 1879.
3) »Zur vergleichenden Anatomie der Muskulatur des Beckens und der hinteren Gliedmasse der Ratiten». Jena 1880.
4) »Notes of Anatomy of Birds. 1. — The Brachial Plexus of Birds». — The Proceedings of the Linnean Society of New South Wales. Vol. III, Part the fourth. Sydney 1879.

I. Neurologie.

Plexus brachialis.

Der Plexus brachialis wird bei Eudyptes chrysolopha, Alca torda, Mormon arcticus und Mergulus alle von den letzten Cervicalnerven gebildet, bei Eudyptes vom 12. bis 15., Alca und Mergulus vom 13. bis 16., Mormon vom 12. bis 16. Spinalnerven. Bei allen diesen ausser bei Mormon ist der Plexus aus 4 Nerven zusammengesetzt; bei Mormon gehen deren 5 in denselben ein. Von diesen sind der 2. und der 3., bei Mormon der 3. und 4., gleich dick und zugleich die stärksten des Plexus; der letzte Nerv ist zwar dünner als diese, aber mehr entwickelt als der 1.

Die Nn. thoracici superiores zweigen sich (Fig. 1—4) von den zwei oder drei ersten Wurzeln des Plexus ab; denn der erste Nerv spaltet sich bei Eudyptes und Mormon bald nach dem Austreten des Wirbels in zwei gleich dicke Aeste, von denen der proximale den obern Theil des M. cucullaris innervirt; der distale sendet einen Zweig ab, der sich mit dem dickern Aste des zweiten Nerven verbindet, und zieht danach an der dorsalen Seite des Plexus abwärts, bis er am untersten Theile desselben einen dünnen Ast des zweiten Plexusnerven aufnimmt und den N. rhomboideus (rh) bildet. Der zweite Nerv des Plexus theilt sich in zwei Aeste; der obere und schwächere giebt an den N. rhomboideus einen Zweig ab und verbreitet sich in dem mittlern und untern Theile des M. cucullaris (ccl). Auf dieselbe Weise wird auch der N. rhomboideus der zwei übrigen Schwimmvögel gebildet, indem er bei Alca und Mergulus aus dem 13. Nerven entsteht, an den M. cucullaris einige Zweige abgiebt und danach abwärts hinläuft. Der N. serratus (sr) geht mit zwei Wurzeln vom zweiten und dritten Nerven des Plexus bei Eudyptes, Mergulus und Mormon und vom ersten und zweiten bei Alca aus.

Die Nn. brachiales superiores werden bei Eudyptes und Mormon dadurch gebildet, dass der zweite Plexusnerv, sobald er einen Zweig des ersten aufgenommen hat, sich mit dem dritten vereinigt und bei dem letztern Vogel einen verstärkenden Ast durch die Verbindung mit dem vierten und fünften erhält. Bei Alca und Mergulus entstehen sie durch die

Vereinigung des ersten und zweiten Nerven und bekommen bei Mergulus Zweige vom dritten und vierten und bei Alca einen Ast vom Zusammenflusse der beiden letzten Plexusnerven. Der erste Nerv, der sich von dem grossen so gebildeten Stamme abzweigt, ist der N. subscapularis (sbsc), der sowohl die Mm. subscapularis, teres major, infraspinatus als den M. coracobrachialis brevis innervirt; letzterer wird dagegen nach FÜRBRINGER[1]) bei Garrulus glandarius, Picus viridis, Columba livia (var. domestica), Gallus domesticus und Anser cinereus (var. domestica) vom N. brachialis longus inferior versorgt. Bei Mormon entspringt der N. subscapularis aus dem Stamme, ehe dieser den Zweig von den letzten Nerven aufgenommen hat; bei Mergulus sondern sich sehr früh, schon vor dem Entstehen des N. subscapularis, zwei dünne Fäden (cbr) an den M. coracobrachialis brevis ab. In seinem fernern Verlaufe liefert der Stamm den N. axillaris (ax) und N. latissimus dorsi (ld); sie gehen bei Eudyptes vereinigt, bei Alca, Mormon und Mergulus getrennt vom Plexus aus, und der übrige Theil des Nerven zieht als der N. radialis (rdl) zum Oberarme hin.

Die Nn. brachiales inferiores entstehen an der ventralen Fläche des Plexus, indem der schwächere N. ulnaris (uln) und der stärkere N. medianus (md) bei Eudyptes von der Verbindung des dritten und vierten Nerven ausgehen. Bei den drei andern Schwimmvögeln treten die Nn. medianus und ulnaris nicht als getrennte Stämme auf, sondern werden durch einen einheitlichen Stamm repräsentirt, der von DE MAN[2]) N. medioulnaris und von FÜRBRINGER[3]) N. brachialis longus inferior genannt wird. (Fig. 1, 3, 4 mdln). Der N. medioulnaris entspringt an der ventralen Seite des Plexus, bei Mormon mit zwei Wurzeln, die eine aus der Vereinigung des 13. und 14. Nerven, die andere aus der des 15. und 16. entstanden; bei Mergulus mit drei Wurzeln, von denen die erste aus der Verbindung des 13. und 14., die zweite und dritte aus dem 15. und 16. Nerven kommen; während er bei Alca durch den 15. und 16. Nerven gebildet wird. Der N. medioulnaris spaltet sich bei Mergulus am Caput humeri in zwei Aeste, den N. medianus und den N. ulnaris, sobald er über den kurzen Kopf des M. triceps brachii hinweggegangen ist und Nervenzweige an den M. biceps brachii

---

[1]) l. c. pag. 360.
[2]) l. c. pag. 87.
[3]) l. c. pag. 360.

abgesandt hat; diese Theilung geschieht bei Alca und Mormon erst am Ellenbogengelenke. Von dem N. medianus bei Eudyptes, dem N. medioulnaris bei Mormon und Mergulus entspringt ein starker Nerv, der sich wiederum in zwei theilt, von denen der eine den M. coracobrachialis longus (cl), der andere den M. pectoralis (p) versorgt. Vor dem Entstehen des N. medioulnaris geht vom vierten Nerven des Plexus bei Mergulus auch ein Zweig an den M. coracobrachialis longus ab. Der M. pectoralis wird bei Alca durch zwei Aestchen des N. medioulnaris innervirt, von denen das eine durch einen Zweig verstärkt wird, welcher, von der Verbindung der beiden ersten Plexusnerven ausgehend, einen Nerven an den M. coracobrachialis longus absendet. Zu den Nn. brachiales inferiores gehört auch der N. supracoracoideus (spc), von DE MAN N. subclavius genannt, der sich, nachdem sich bei Eudyptes, Alca und Mergulus der 1. und 2., bei Mormon der 2. und 3. Nerv verbunden haben, abzweigt.

Die Nn. thoracici inferiores werden durch den dünnen N. coracosternalis vertreten (cst), der bei Alca, Mergulus und Mormon aus dem letzten Nerven des Plexus und bei Eudyptes aus dem N. ulnaris entspringt und mithin hier nicht wie bei den von DE MAN[1]) und FÜRBRINGER[2]) untersuchten Vögeln neben dem N. supracoracoideus, der seinen Ursprung in den zwei oder drei proximalen Nerven hat.

Der vorderste der Aeste des Plexus brachialis ist der *N. rhomboideus* (rh), der an dessen Dorsalfläche abwärts hinläuft und an den M. cucullaris einige Zweige abgiebt. Er wird vom M. rhomboideus bedeckt und schickt zur obersten Portion des M. levator scapulae ein Aestchen und bei Eudyptes auch zum M. rhomboideus einen langen Zweig. Ferner versorgt er die übrigen Portionen des M. levator scapulae und verzweigt sich in dem M. rhomboideus.

Der *N. serratus* (sr) entsteht auch an der dorsalen Fläche des Plexus, entsendet an die beiden Köpfe des M. serratus anticus minor einen Nervenzweig und endigt in dem M. serratus anticus major, nachdem er bei Alca, Mormon und Mergulus einen langen Ast an den M. tensor membranae posterioris alae abgegeben hat.

---

[1]) l. c. pag. 87.
[2]) l. c. pag. 361.

Der *N. subscapularis* (sbsc) steigt an der innern Seite des M. subscapularis hinab und theilt sich bei Eudyptes und Alca in zwei Aeste, von denen sich der eine in dem M. coracobrachialis brevis und M. subscapularis ausbreitet, und der andere, einen langen Nervenzweig an den M. infraspinatus entsendend, sich in dem M. teres major verzweigt. Bei Mormon spaltet sich der N. subscapularis auch in zwei Aeste, aber der eine innervirt nur den M. coracobrachialis brevis und der andere die drei übrigen Muskeln. Der M. coracobrachialis brevis wird bei Mergulus von zwei Nerven (cbr) versorgt, die von der Verbindung der zwei ersten Plexusnerven ausgehen; im übrigen vertheilt sich der N. subscapularis wie bei Alca.

Von dem N. radialis lösen sich der *N. latissimus dorsi* (ld) und der N. axillaris ab, bei Eudyptes vereinigt, bei den übrigen getrennt und zwar der N. latissimus dorsi früher als der N. axillaris. Der N. latissimus dorsi spaltet sich in zwei Aeste, welche in dem M. latissimus dorsi enden.

Der *N. axillaris* (ax) verläuft zuerst zwischen dem M. latissimus dorsi und dem Oberarme, dann unter dem M. deltoideus major, den er innervirt, und entsendet bei Alca, Mergulus und Mormon einen Zweig an den M. tensor patagii brevis. Er zerfällt nachher in mehrere Aeste, giebt an den M. deltoideus minor einen Faden ab, der vom N. pectoralis nach HASWELL einen Zweig bekommt, und verbreitet sich in dem M. tensor patagii longus.

Sobald der N. latissimus dorsi und der N. axillaris sich abgesondert haben, geht der *N. radialis* (rdl) zum Arme, zwischen den beiden Köpfen des M. triceps brachii, die er versorgt. Er geht schräg über die äussere Seite des Humerus und giebt bei Eudyptes einen Zweig an den M. tensor patagii brevis ab. Am distalen Ende des Humerus entsendet er dünne Nerven an den M. extensor carpi radialis und den M. extensor metacarpi radialis longus — welche Muskeln bei Eudyptes fehlen — und theilt sich unter dem M. supinator brevis in zwei Aeste. Der schwächere zieht an der radialen Seite der Ulna hin und innervirt den M. extensor digitorum communis longus. (Fig. 9). Nachher giebt er einige Hautnerven ab, ertheilt dem M. extensor carpi ulnaris einen Zweig und verbreitet sich in der Haut. Der stärkere Ast verläuft längs der ulnaren Seite des Radius, entsendet an den M. supinator brevis einen kleinen Zweig und an den radialen Kopf des M. extensor pollicis

longus einen Faden. Von der ulnaren Seite des Nerven geht ein starker Ast an den ulnaren Kopf dieses Muskels aus. Der N. radialis erstreckt sich nun distalwärts zwischen den beiden Köpfen, und nachdem diese sich vereinigt haben, verläuft er zwischen diesem Muskel und dem M. extensor digiti indicis proprius longus, den er bei Eudyptes in dem untern Theile innervirt. Am Handgelenke liegt er unter den Sehnen der langen Extensoren und sendet bei Mergulus, Mormon und Alca einen Zweig an den M. extensor pollicis brevis und den M. adductor pollicis ab; darauf versorgt er bei allen diesen, den M. adductor manus und den M. interosseus dorsalis.

Der vorderste von den Nn. brachiales inferiores ist der *N. supracoracoideus* (spc), der bei Eudyptes proximalwärts von dem M. coracobrachialis brevis und durch eine Incisur im Os coracoideum zum M. supracoracoideus geht. Bei Alca und Mormon zieht dieser Nerv durch ein Foramen [1]) im Os coracoideum, und bei Mergulus durchsetzt er den M. coracobrachialis brevis.

Von dem N. medianus bei Eudyptes, dem N. medioulnaris bei den übrigen löst sich der *N. pectoralis* (p) ab und wird vom M. coracobrachialis longus bedeckt. Auf der innern Fläche dieses Muskels dringt ein starker Zweig ein, welcher sich vom N. pectoralis abgesondert hat. Dieser Nerv spaltet sich in zwei Aeste und endet im M. pectoralis vertheilt.

Der *N. medianus* (md) und der *N. ulnaris* (uln) verlaufen bei Eudyptes getrennt durch ein Blutgefäss an der innern Fläche des

---

[1]) Dieses Loch, das sich auch bei Procellaria glacialis, Uria grylle, Larus eburneus u. a. Schwimmvögeln sowie auch bei den meisten Ratiten und vielen Raubvögeln findet, ist sicherlich dem Foramen coracoideum im Os coracoideum der Saurier homolog, denn durch dieses Foramen geht sowohl bei letztern als bei den genannten Vögeln ein Nerv, der in den proximalen Wurzeln des Plexus brachialis seinen Ursprung nimmt und homologe Muskeln innervirt. Der Theil des Os coracoideum bei den Vögeln, der medialwärts von diesem Foramen liegt, kann nicht, wie Parker (Structure and Development of the Shoulder-Girdle and Sternum in the Vertebrata, pag. 143) ihn bezeichnet ein Procoracoideum sein und diesem Stück des Schultergürtels der Saurier entsprechen; denn letzterer Knochen ist nach Goette (Archiv f. mikrosk. Anatomie, Band XIV, pag. 535) »ein Innentheil des Coracoideum, eine Knochenbrücke zwischen zwei Fenstern»; ferner geht nach Fürbringer (Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln, Morph. Jahrbuch, Band I, pag. 640) kein Nerv durch die Foramina, welche das Procoracoideum der Saurier von den angrenzenden Knochen scheiden, so wie es hier der Fall ist. Dieser mediale Fortsatz des Os coracoideum bei den Vögeln scheint mir darum (wenigstens bei den Carinaten), dem Verlauf der Nerven nach, dem Theile des Os coracoideum der Saurier, der zwischen dem Foramen coracoideum und dem Procoracoideum gelegen ist, homolog zu sein.

Humerus; bei Alca, Mergulus und Mormon sind sie in den N. medioulnaris (mdln) vereinigt, der bei den drei letzten den M. biceps brachii innervirt und sich nachher in den N. medianus und den N. ulnaris theilt. Der N. medioulnaris bei Alca und Mormon, der N. medianus bei Eudyptes und Mergulus liefert einen Zweig an den M. brachialis internus. Der N. medianus versorgt bei Alca, Mormon und Mergulus den M. pronator brevis und spaltet sich am proximalen Theil edes Vorderarmes dieser vier Vögel in zwei Aeste, einen schwachen und einen starken. (Fig. 10). Der schwächere folgt der ulnaren Seite des Radius, giebt dem M. flexor digitorum sublimis, der nach HASWELL vom N. ulnaris versorgt wird, einen langen Nerven und ertheilt danach dem M. flexor digitorum profundus einen Zweig. Bei Eudyptes nimmt er am Handgelenke einen Faden vom N. ulnaris auf. Er innervirt an der Hand den M. abductor digiti minimi und breitet sich darauf in der Haut aus Der stärkere Ast giebt bei Alca, Mormon und Mergulus einen Nerven an den M. extensor digiti indicis proprius longus ab, welcher bei Eudyptes durch den N. radialis innervirt wird, und nachher einen dünnen Zweig an den M. flexor carpi radialis, der bei Eudyptes fehlt. Wenn wir von Eudyptes absehen, versorgt er an der Hand den M. abductor pollicis brevis und den M. flexor pollicis brevis und bei diesen vier Vögeln den M. abductor indicis und den M. interosseus volaris. Am distalen Ende des Humerus entfernt sich der N. ulnaris vom N. medianus und geht über den M. flexor digitorum sublimis und den M. flexor carpi ulnaris zum hintern Rande der Ulna, wo er einen Hautnerven und einen Zweig an den letztern Muskel abgiebt und sich in der Haut vertheilt.

Der dünne *N. coracosternalis* (cst) verläuft längs der Innenfläche der ersten Rippe, giebt an die Intercostalmuskeln einige Fäden ab und dringt an dem äussern Rande des M. coracosternalis ein.

Plexus lumbosacralis.

Der Plexus lumbosacralis wird bei Eudyptes und Alca von den letzten sieben, bei Mormon und Mergulus von den letzten sechs präsacralen Nerven und dem obern Aste des eigentlichen Sacralnerven, des N. bigeminus (big), zusammengesetzt. (Fig. 5—8). Von diesen sind zwei (Alca, Mergulus, Mormon) oder drei (Eudyptes) präfurcal, und vier (Eudyptes, Mergulus,

Mormon) oder fünf (Alca) postfurcal. Der N. furcalis (furc) ist der 27. Spinalnerv bei Eudyptes und Mormon, der 28. bei Alca und Mergulus, und der N. bigeminus der 31. Spinalnerv bei Eudyptes und Mormon, der 32. bei Mergulus und der 33. bei Alca.

Der *Plexus lumbalis* wird von zwei, bei Eudyptes von drei Spinalnerven und dem obern Aste des N. furcalis gebildet. Der zweite von diesen ist im allgemeinen der stärkste, Mormon ausgenommen, wo der erste meist entwickelt ist; die übrigen Nerven sind beinahe gleich dick. Der erste entsendet einen Zweig an den zweiten und versorgt danach die Intercostalmuskeln; der zweite giebt einen Ast an den obern ab und verbindet sich mit dem folgenden. Der N. obturatorius dieser Vögel entspringt mit zwei Wurzeln, im Gegensatze zu den Ratiten, wo er nach GADOW[1]) von drei bis vier Nerven gebildet wird. Diese Wurzeln gehen von dem ersten und zweiten, aber bei Eudyptes von dem zweiten und dritten Nerven des Plexus aus; die obere davon ist dünner als die untere, nur bei Mormon ist es umgekehrt.

Der untere Ast des N. furcalis und drei (Eudyptes, Mergulus, Mormon) oder vier (Alca) Spinalnerven bilden mit dem obern Theile des N. bigeminus den *Plexus sacralis.* Bei Alca sind die zweite und dritte Wurzel die stärksten, während die erste zwar schwächer als diese, jedoch stärker als die vierte ist, worauf die Stärke successive abnimmt; bei Eudyptes ist die erste die dickste, die übrigen werden dünner, so dass der Zweig des N. bigeminus der schwächste ist. Bei Mergulus und Mormon ist die zweite am meisten entwickelt; die übrigen sind bei jenem gleich dick, bei diesem sind die erste und dritte schwächer als die zweite obschon dicker als die beiden letzten. Die drei proximalen Wurzeln bei Mergulus und Mormon, die vier bei Alca, gehen in den starken N. ischiadicus über. Der letzte präsacrale Nerv verbindet sich mit dem obern Aste des N. bigeminus, anastomosirt mit dem N. ischiadicus durch einen kurzen Zweig und wird nach v. JHERING[2]) N. glutaeus genannt. Alle fünf bilden bei Eudyptes den Nerv., respective Plexus ischiadicus, der mithin bei Alca vier, bei den übrigen drei ganze Wurzeln hat. Die bei-

[1]) l. c. pag. 9.
[2]) »Das peripherische Nervensystem der Wirbelthiere.» Leipzig 1878. pag. 123.

den Aeste des N. furcalis sind bei Mormon und Eudyptes durch einen dünnen Faden vereinigt.

N. cruralis (cr). Die drei, bei Eudyptes vier, Nerven des Plexus lumbalis treten zu einem starken Stamme zusammen, dem N. cruralis, der aus dem Becken zu der vordern Seite des Oberschenkels austritt und sich in drei Aeste spaltet. (Fig. 5—8). Der proximale verläuft über die ventrale Fläche des M. glutaeus minimus et quartus, den er bei Eudyptes und Alca versorgt (gq), giebt an den M. sartorius an dessen unterm Rande einige Zweige (s) ab und geht zwischen diesem Muskel und dem M. rectus femoris nach aussen um sich in der Haut zu verbreiten. Der mittlere Ast, der ebenso stark als der vorhergehende, auch mehr entwickelt als der dritte ist, entsendet bei Mergulus und Mormon einen dünnen Nerven an den M. glutaeus minimus et quartus und theilt sich bei diesen und Alca in mehrere Zweige, die in die Mm. rectus femoris, vastus internus und cruralis et vastus externus ((rf, vn, cr, vx) eindringen. Bei Mormon entspringt aus dem Nerven des M. vastus internus ein Faden (mb), der später zum M. ambiens hingeht. Der mittlere von den Aesten des N. cruralis zerfällt bei Eudyptes in drei Nerven, die sich wie bei Mormon verzweigen, nur dass der obere durch einen langen Faden den M. tensor vaginae (tv), wie es bei den Ratiten nach GADOW[1]) geschieht, aber nicht den M. glutaeus medius innervirt. Der distale Nervenzweig giebt ein Aestchen (il) an den M. iliacus internus ab und geht danach unter dem M. ambiens zum Unterschenkel, wo er sich in der Haut verbreitet; ein Muskelast, der das Caput internum des M. gastrocnemius versorgt, wie nach GADOW[2]) bei Struthio und Casuarius der Fall, ist hier nicht vorhanden.

N. obturatorius (obt). Sobald sich die beiden Wurzeln dieses Nerven zu einem Stamme verbunden haben, läuft er abwärts längs der innern Fläche des Ilium und entsendet einen langen Ast an den M. obturator internus. Darauf geht er durch das Foramen obturatorium, schickt einen kurzen Zweig zum M. obturator externus — bei Eudyptes und Mergulus einen dicken Faden zur ventralen Seite des M. ischio-femoralis — und endet im M. adductor magnus.

N. ischiadicus (isch). Ehe er durch das Foramen ischiadicum aus der Beckenhöhle ausgetreten ist, entspringt von ihm bei

---

[1]) l. c. pag. 36.
[2]) l. c. pag. 8.

Alca, Mergulus und Mormon ein kurzer, aber starker Nerv, der durch dieses Foramen zieht und, vom M. biceps femoris bedeckt, am innern Rande des M. ischio-femoralis (sf) eindringt. Danach anastomosirt der N. ischiadicus mit dem N. glutaeus und giebt einen Zweig (gx, gm) ab, der auch das Foramen durchdringt und unter den Mm. biceps femoris und tensor vaginae heraufsteigt, um die Mm. glutaeus externus und glutaeus medius auf der ventralen Fläche zu innerviren. Sobald er aus dem Becken kommt, liefert er einen Ast, der sich gespalten bei Alca im proximalen Theile des M. biceps femoris und demjenigen des M. tensor vaginae ausbreitet. Bei Mergulus und Mormon lösen sich zwei Nerven ab, die diese Muskeln versorgen. (Fig. 5, 7, 8 bf, tv). Wenn der N. glutaeus das Becken verlassen hat, liegt er dorsalwärts vom M. ischio-femoralis, ventralwärts vom M. biceps femoris und zerfällt in vier Zweige. Der mediale ist ein Hautnerv, der zwischen dem M. biceps femoris und M. semitendinosus an die Haut (c) hinzieht. Der nächste verläuft ventralwärts von den Mm. biceps femoris, semitendinosus und caudofemoralis zu den Schwanzmuskeln (cc) hin und giebt bei Mormon an den M. caudofemoralis (cf) einen Ast ab. Die beiden letzten gehen dorsalwärts von den Mm. adductor magnus und semimembranosus und von den Mm. ilio-ischio-femoralis, der jedoch bei Mormon fehlt, caudofemoralis und semitendinosus bedeckt. Der dritte versorgt bei Mergulus den M. semitendinosus, bei Mormon den M. semimembranosus, bei Alca diesen und den M. ilio-ischio-femoralis (st, sm, lsf); der vierte Nervenast verzweigt sich bei Mormon in dem M. semitendinosus, bei Alca in diesem und dem M. caudofemoralis und bei Mergulus in den Mm. semimembranosus, caudofemoralis und ilio-ischio-femoralis.

Die Aeste des N. ischiadicus verhalten sich bei Eudyptes nicht wie bei den andern drei Schwimmvögeln. An der dorsalen Seite des Nerven löst sich ein starker Zweig ab, der durch das Foramen ischiadicum dringt und sich in den Muskeln vertheilt. (Fig. 6, 15). Ein proximales Aestchen zieht an der dorsalen Fläche des M. glutaeus externus herauf, durchsetzt und innervirt ihn und breitet sich nachher an der ventralen Seite des M. glutaeus medius (gm) aus. Ein anderes läuft ventralwärts vom M. biceps femoris an die Schwanzmuskeln hin und die übrigen verbreiten sich an der ventralen Fläche des M. biceps femoris (bf). Wenn der N. ischiadicus durch das

Foramen ischiadicum getreten ist, entspringt von ihm der N. glutaeus. der von den Mm. ischio-femoralis, adductor magnus und semimembranosus dorsalwärts, jedoch von den Mm. biceps femoris, ilio-ischio-femoralis, caudofemoralis und semitendinosus ventralwärts verläuft. Er innervirt den proximalen Theil des M. ilio-ischio-femoralis, der auch einen Faden des N. ischiadicus erhält, liefert an den M. biceps femoris ein Aestchen und entsendet einen Hautnerven, der zwischen dem M. biceps femoris und dem M. semitendinosus austritt. Darauf giebt er einen kurzen Zweig ab, der an der dorsalen Fläche des M. ischio-femoralis hineindringt, und zerfällt in vier Aeste. Dieser Muskel wird mithin bei Eudyptes und Mergulus, wie bei Corvus monedula nach DE MAN[1]) von dem N. obturatorius und dem Plexus ischiadicus aus versorgt. Der mediale von den Endzweigen des N. glutaeus verbreitet sich im M. caudofemoralis, der zweite in dem M. semitendinosus und der accessorischen Portion des M. semimembranosus. Der dritte zieht an die ventrale Fläche des M. semimembranosus und der letzte endet im M. semitendinosus in mehrere Aeste vertheilt.

Wenn der N. ischiadicus durch das Foramen ischiadicum getreten ist, verläuft er längs dem hintern Rande des Femur, dorsalwärts von den Mm. ischio-femoralis, ilio-ischio-femoralis und caudofemoralis, bedeckt vom M. biceps femoris. (Fig. 14). Er entsendet an der Mitte des Oberschenkels einen dicken Hautnerven, der an den Unterschenkel und Fuss hinzieht, und spaltet sich bald darauf in zwei Aeste, einen untern stärkern, den N. tibialis, und einen obern schwächern, den N. peroneus. Der N. tibialis (tbl) zerfällt unter der Sehne der Mm. semimembranosus und semitendinosus in zwei Zweige, von denen der obere bei Mergulus, Eudyptes und Alca der stärkere, bei Mormon der schwächere ist. Der obere theilt sich wiederum in drei Nerven, von denen der sich zuerst abzweigende abwärts zwischen dem M. flexor digitorum sublimis und dem Caput medium des M. gastrocnemius geht und bei Mergulus einige Aestchen an die beiden Portionen des M. flexor digitorum sublimis und am mittlern Theile der Tibia bei Alca einen, bei Mormon mehrere Fäden an den M. flexor digitorum profundus abgiebt. Er tritt an der innern Seite des Tendo

[1]) l. c. pag. 96.

Achillis hervor, versorgt den M. adductor digiti II und breitet sich in der Haut aus. Bei Eudyptes (Fig. 17) verläuft dieser Zweig auf dieselbe Weise, und er sendet an den M. flexor hallucis brevis einen Nerven ab. Der mittlere Ast zieht auch zwischen dem M. flexor digitorum sublimis und dem Caput medium des M. gastrocnemius, ertheilt bei Alca der accessorischen, tibialen Portion des Caput medium einen langen Nerven und spaltet sich nachher in zwei Zweiglein, die den ebenerwähnten Muskel durchbrechend sich in dem Caput internum des M. gastrocnemius vertheilen. Bei Eudyptes, Mergulus und Mormon innervirt er das Caput medium und geht unter dem M. plantaris, dem er einen Faden liefert, hinweg, und darauf endet er im Caput internum des M. gastrocnemius. Der proximale oder dritte begiebt sich zu dem M. flexor digitorum profundus und dem M. popliteus (fldp, ppl), bei Alca auch zu dem M. plantaris und dem femoralen Theile des Caput medium des M. gastrocnemius. Der untere von den zwei Aesten des N. tibialis zerfällt in drei gleich dicke Nerven: der obere, der bei Mergulus fehlt, liegt auf der innern Fläche des M. flexor digitorum sublimis und ertheilt diesem Muskel einen Zweig; der mittlere breitet sich bei Eudyptes auch in diesem und bei den übrigen an der innern Fläche des M. flexor digiti II et III aus; der dritte versorgt das Caput externum des M. gastrocnemius und bei Eudyptes auch den M. flexor digiti II et III.

Der N. peroneus (prn) geht zusammen mit der Sehne des M. biceps femoris durch dessen Sehnenschlinge (Fig. 16), schickt darauf einen langen Faden aus, der abwärts unter dem M. flexor digiti II et III und neben dem äussern Rande des Tendo Achillis hinläuft und am Fusse dem M. abductor digiti IV einen kleinen Nerven giebt um in der Haut zu enden. Er theilt sich nachher in mehrere Aeste, die an die vordere Seite des Unterschenkels unter dem M. flexor digiti II et III hinziehen. Die proximalsten Zweige erstrecken sich zwischen dem M. tibialis anticus und dem M. extensor digitorum communis zu dem obern Theile und der vordern Fläche des letztern Muskels, und die folgenden verästeln sich im äussern Rande des M. tibialis anticus. Bei Eudyptes wird dieser vor dem M. extensor digitorum communis innervirt, und darauf entspringt wieder ein Faden an den mittlern Theil des M. tibialis anticus. Wenn diese Nerven sich abgelöst haben,

spaltet sich der N. peroneus in zwei Aeste, den oberflächlichen N. peroneus superficialis und den tiefen N. peroneus profundus, ausser bei Mergulus, wo aus dem Stamme die Nerven zu den Mm. peroneus brevis und peroneus longus vor der Theilung entstehen. Der N. peroneus superficialis versorgt bei Mormon die beiden Mm. peronei und bei Alca den M. peroneus brevis und verbreitet sich in der Haut des Fusses. Der Stamm liefert bei Alca dem M. peroneus longus einen Zweig. Bei Eudyptes gehen Nerven an die Mm. peroneus longus, extensor digitorum communis und peroneus brevis von dem N. peroneus profundus aus, der unter dasselbe Retinaculum als der M. tibialis anticus und M. extensor digitorum communis verläuft, an der vordern Seite des Metatarsus wie auch bei den übrigen drei Vögeln in zwei Aeste zerfallend. Der äussere giebt feine Fäden an den M. adductor digiti IV ab, jedoch nicht bei Eudyptes, wo er von dem N. peroneus superficialis ein Zweiglein erhält (Fig. 18) und den M. extensor digiti III, und der innere an den M. abductor digiti II und bei Eudyptes auch an den M. extensor hallucis brevis um in der Haut zu enden.

II. Myologie.

Die vordere Extremität.

Die Muskeln der vordern Extremität lassen sich nach ihrer *Innervation* in folgender Weise eintheilen.

A. Durch die *Nn. thoracici superiores* werden innervirt:
   M. cucullaris.
   M. rhomboideus.
   M. levator scapulae.
   M. serratus anticus.
   M. tensor membranae posterioris alae.

B. Durch die *Nn. brachiales superiores:*
   a. Durch den *N. subscapularis.*
      M. coracobrachialis brevis.
      M. subscapularis.
      M. infraspinatus.
      M. teres major.

b. Durch den *N. latissimus dorsi.*
M. latissimus dorsi.
c. Durch den *N. axillaris.*
M. deltoideus major.
M. deltoideus minor.
M. tensor patagii longus.
M. tensor patagii brevis.
d. Durch den *N. radialis.*
M. triceps brachii.
M. extensor carpi radialis.
M. extensor metacarpi radialis longus.
M. extensor digitorum communis longus.
M. extensor carpi ulnaris.
M. supinator brevis.
M. extensor pollicis longus.
M. extensor digiti indicis proprius longus.
M. extensor pollicis brevis.
M. adductor pollicis.
M. adductor manus.
M. interosseus dorsalis.

C. Durch die *Nn. brachiales inferiores:*
a. Durch den *N. supracoracoideus.*
M. supracoracoideus.
b. Durch den *N. pectoralis.*
M. pectoralis.
M. coracobrachialis longus.
c. Durch den *N. medianus* und den *N. ulnaris.*
M. biceps brachii.
M. brachialis internus.
M. pronator brevis.
M. flexor digitorum sublimis.
M. flexor digitorum profundus.
M. abductor digiti minimi.
M. flexor carpi radialis.
M. abductor pollicis brevis.
M. flexor pollicis brevis.
M. abductor indicis.
M. interosseus volaris.
M. flexor carpi ulnaris.

D. Durch die *Nn. thoracici inferiores:*
M. coracosternalis.

M. cucullaris (ccll).

Dieser platte und dünne Muskel, der grösstentheils vom M. latissimus dorsi bedeckt wird, entsteht aponeurotisch von den Processus spinosi der drei letzten Cervical- und der drei ersten Dorsalwirbel bei Eudyptes, der sechs ersten bei Alca, Mergulus und Mormon. Er ist nicht in zwei Partien getrennt wie nach SELENKA[1]) bei Strix, Struthio u. a. Seine obern Fasern gehen gerade nach aussen und die untern nach vorn und aufwärts und inseriren an dem obern Ende der Clavicula und dem innern Rande der Scapula, und bei Eudyptes ausserdem an der dorsalen Fläche der Scapula nach oben vom Ursprunge des M. infraspinatus. Die Innervation geschieht im lateralen Theile durch einige Aeste der ersten oder zwei ersten Wurzeln des Plexus brachialis.

M. rhomboideus.

Er entspringt sehnig von den Processus spinosi des letzten Cervical- und der vier ersten Dorsalwirbel und liegt mit dem vordern Theile unter dem M. cucullaris, mit dem hintern unter dem M. latissimus dorsi. Die Fasern laufen nach unten und aussen und befestigen sich an der hintern Hälfte des innern Randes der Scapula, bei Eudyptes nur am letzten Viertheile Der Muskel wird an der innern Fläche durch einen Ast des N. rhomboideus versorgt.

M. levator scapulae.

Von der Scapula und den beiden vorhergehenden Muskeln bedeckt, geht dieser Muskel mit vier, bei Eudyptes mit drei Portionen aus. Die erste entsteht vom vordern, die zweite vom hintern Rande der zweiten Halsrippe, und die beiden übrigen von der ersten und zweiten Rippe. Eudyptes entbehrt der ersten Portion, und der Muskel nimmt seinen Ursprung von der Halsrippe und den beiden ersten Rippen. Die verschiedenen Abtheilungen treten danach an die ventrale Fläche und den innern Rand der Scapula und erhalten einige Aeste des N. rhomboideus.

---

[1]) »BRONN'S Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs». Leipzig 1870. pag. 107.

M. serratus anticus.

Er besteht aus zwei deutlich getrennten Portionen. Die obere, M. serratus anticus minor, entspringt zweiköpfig von der ersten und zweiten Rippe und zieht an den vordern Rand der Scapula, bei Eudyptes proximalwärts vom Ursprunge des M. teres major, bei den andern zwischen den beiden Portionen des M. subscapularis. Die untere Portion, M. serratus anticus major, geht bei Eudyptes mit drei Zacken von der dritten, vierten und fünften Rippe aus, und bei den andern drei Schwimmvögeln von der vierten, fünften und sechsten, und mit einem vierten Zacken bei Eudyptes von dem Processus uncinatus der vierten Rippe. Der Muskel ist breit und dünn und heftet sich an den untern Rand der Scapula, von dem M. teres major bedeckt. Der N. serratus verzweigt sich in dem Muskel.

M. tensor membranae posterioris alae.

Dieser kleine Muskel entspringt mit zwei Zacken von der dritten und vierten Rippe, zwischen den Zacken des M. serratus anticus, verliert sich in die Flügelfalte nahe der Schulter und wird durch einen Zweig des N. serratus innervirt. Bei Eudyptes fehlt dieser Muskel.

M. coracobrachialis brevis (cbrv).

Entsteht von der dorsalen Seite des Sternum und des Os coracoideum und tritt an den Humerus heran, wo er sich neben dem M. subscapularis an dem Tuberculum inferius befestigt. Er wird durch einen Zweig des N. subscapularis innervirt, nur bei Mergulus durch zwei Nerven, die aus der Verbindung der zwei ersten Plexusnerven entspringen. Der Muskel ist also nicht dem gleichbenannten bei den Säugethieren homolog.

M. subscapularis (sbscp).

Besteht aus zwei getrennten Portionen, von denen die eine von der ventralen Fläche der Scapula, proximalwärts von der Insertion des M. levator scapulae, und die andere, viel schwächere von der dorsalen Fläche zwischen dem M. infraspinatus und dem M. teres major entspringt. Bei Eudyptes fehlt die dorsale Portion. (Fig. 13). Die beiden Abtheilungen vereinigen sich am vordern Rande der Scapula, wo sie den M. serratus anticus minor einschliessen. Der Muskel wird von dem M. latissimus

dorsi und dem langen Kopfe des M. triceps brachii bedeckt, heftet sich an das Tuberculum inferius humeri nahe dem M. coracobrachialis brevis an und wird nebst diesem von DE MAN[1]) M. coracobrachialis brevis genannt. Ein Ast des N. subscapularis vertheilt sich in der Mitte des Muskels.

M. infraspinatus (nfr).

Dieser kleine Muskel liegt unter dem M. latissimus dorsi und dem langen Kopfe des M. triceps brachii. Er entsteht an der dorsalen Seite der Scapula nach oben von dem Ursprunge des M. subscapularis und bei Eudyptes (Fig. 13) proximalwärts von dem M. teres major und distalwärts von den Fasern des M. cucullaris, die an der dorsalen Fläche der Scapula inseriren. Er inserirt an dem Tuberculum inferius humeri, bei Eudyptes zwischen den Ansätzen der Mm. subscapularis und teres major, bei Alca, Mormon und Mergulus zwischen den beiden Portionen des kurzen Kopfes des M. triceps brachii. Der Muskel wird in seinem distalen Theile durch einen langen Ast des N. subscapularis innervirt.

M. teres major (tm).

Er entsteht an dem untern Theile des vordern Randes und der dorsalen Fläche der Scapula, abwärts von dem M. subscapularis, bei Eudyptes von dem M. infraspinatus (Fig. 13), zieht nach oben und aussen, wird in seiner Mitte sehnig und befestigt sich an dem Tuberculum inferius humeri, ventralwärts von dem Ursprunge des kurzen Kopfes des M. triceps brachii (Fig. 11). Er bedeckt den Ansatz des M. serratus anticus und liegt unter dem M. latissimus dorsi. Die Endzweige des N. subscapularis vertheilen sich an der ventralen Fläche des Muskels.

M. latissimus dorsi (lds).

Besteht aus zwei Portionen, von denen die vordere bei Eudyptes von dem letzten Cervical- und den fünf ersten Dorsalwirbeln entspringt. Die hintere, mit jener durch eine Fascie verbunden, geht aponeurotisch von dem Ilium und Femur aus. Die vordern Fasern laufen quer nach aussen und die hintern schräg nach oben und bilden zwei dünne Sehnen, die von einem Liga-

---

[1]) l. c. pag. 106.

ment umgeben an der äussern Fläche des Humerus inseriren. Die vordere Portion bei den drei andern Schwimmvögeln ist kleiner als die hintere und entsteht an dem letzten Cervical- und den ersten Dorsalwirbeln und heftet sich fleischig an die Seite der Crista humeri superior an, die sehnige Insertion der hintern Portion deckend, die aponeurotisch von den Processus spinosi einiger Dorsalwirbel, dem Ilium und auch von dem Femur entspringt, worin der Muskel nach SELENKA[1]) von den andern Vögeln abweicht. Innervirt im proximalen Theile durch den N. latissimus dorsi.

M. deltoideus major (dtm).

Dieser Muskel ist bei Eudyptes zu einem kleinen Muskelstreifen reducirt; bei den übrigen mehr entwickelt, wenn auch schwach. Er entspringt an dem vordern Theile der dorsalen Fläche der Scapula, proximalwärts von der Insertion des M. cucullaris, und bedeckt den Ursprung des langen Kopfes des M. triceps brachii; bei Eudyptes liegt er aber unter der obern Portion dieses Kopfes und tritt an den Humerus nahe dem M. latissimus dorsi. Bei den Raubvögeln dagegen ist er nach SELENKA[2]) sehr stark, entsteht an dem obern Ende der Clavicula und dem vordern Rande der Scapula und befestigt sich beinahe an der ganzen Länge des Humerus. Er wird durch einen Zweig des N. axillaris versorgt.

M. deltoideus minor (dtn).

Von dem M. tensor patagii longus bedeckt, geht dieser kleine von einer starken Fascie umgebene Muskel von dem Os coracoideum nahe dem Schultergelenke aus. Er ist an der Seite der Ursprungssehne des M. biceps brachii gelegen und inserirt am Humerus, nahe dem Tuberculum superius humeri. Er wird durch einen dünnen Nervenast des N. axillaris innervirt.

M. tensor patagii longus (tpl).

Er verläuft vom obern Theile der Clavicula, nahe dem Os coracoideum, bei Eudyptes mit dem M. pectoralis verwachsen, bei Alca, Mergulus und Mormon nur aponeurotisch mit ihm verbunden. Einige von den Fasern heften sich bei Eudyptes

---

[1]) l. c. pag. 120.
[2]) l. c. pag. 117.

an die Crista humeri superior nahe der Insertion des M. pectoralis; die übrigen gehen, eine accessorische Portion vom M. pectoralis aufnehmend, in eine lange Sehne über, an deren Seite am Ellenbogengelenke sich einige Muskelfasern befinden. Die Sehne liegt am Vorderarme in einer Furche der äussern Seite des Radius und befestigt sich gemeinschaftlich mit dem M. extensor pollicis longus am Metacarpale II. (Fig. 12). Der Muskel ist bei Mormon mit dem M. tensor patagii brevis verwachsen und bildet zwei lange Sehnen, die in die Flügelfalte eingeschaltet sind. Die innere und kürzere zieht quer über den äussern proximalen Theil des Vorderarmes hin und heftet sich an die Ulna neben dem M. tensor patagii brevis fest. Die vordere spaltet sich in zwei Aeste, von denen der eine über die innere Fläche des Vorderarmes an die Ulna tritt, und der andere, sich wieder theilend, sich mit der kürzern Sehne durch einige Fasern verbindet und am Metacarpale I inserirt, nachdem er am Handgelenke durch ein Sesambein verstärkt worden ist. Bei Alca und Mergulus hat dieser Muskel nur eine Sehne, die sich wie die vordere bei Mormon verhält, und nimmt wie bei diesem einen accessorischen Kopf auf, der vom ventralen Rande der Crista humeri superior ausgeht. Der N. axillaris verzweigt sich an der innern Seite des Muskels.

M. tensor patagii brevis (tpbr).

Dieser Muskel ist weniger entwickelt als der vorhergehende und entspringt bei Alca, Mormon und Mergulus distalwärts von diesem von der Clavicula. Er geht in eine Sehne über und diese verliert sich theilweise an der äussern Seite des Vorderarmes in der Fascie, während der Rest an der Ulna inserirt. Bei Eudyptes ist er ein kurzer Muskel, der sehnig am untern Ende des Humerus ausgeht (Fig. 12), nachher fleischig wird und sich mit der Sehne des M. tensor patagii longus unterhalb des Ellenbogengelenkes verbindet. Der Muskel wird bei Eudyptes durch einen Zweig des N. radialis, bei den übrigen durch einen des N. axillaris innervirt.

M. triceps brachii (tr).

Der lange Kopf besteht bei Eudyptes aus zwei Portionen, von denen die obere und stärkere (cltr) von der Clavicula, nahe ihrer Verbindung mit der Scapula, und dem obern Theile der Scapula ausgeht und einen Theil der andern Portion bedeckt. (Fig. 13).

Diese (clntr) entsteht am vordern Rande der Scapula und vereinigt sich mit der Sehne der obern Portion, die sich, durch ein Sesambein verstärkt, am Processus anconeus der Ulna befestigt. Dieser Kopf (ltr) entspringt bei Alca, Mormon und Mergulus durch zwei kurze Sehnen (Fig. 9), die eine am vordern Rande der Scapula nach unten vom Ursprunge des M. infraspinatus, und die zweite am obern Theile der Scapula, nahe der Clavicula, und liegt ventralwärts vom M. latissimus dorsi und die Mm. infraspinatus, subscapularis und teres major nahe ihrer Insertion deckend. Am distalen Ende des Humerus geht er in eine Sehne über, worin ein Sesambein ist, und zieht zum Processus anconeus der Ulna. Der kurze Kopf geht bei Eudyptes vom Grunde des Foramen coecum aus, das von Reid[1]) so genannt wird und nach ihm dem Foramen pneumaticum homolog ist, und, einige verstärkende Fasern eines accessorischen Kopfes (cctr) aufnehmend (Fig. 12), der von der äussern Fläche des Humerus entspringt, inserirt neben dem langen Kopfe durch eine Sehne, die auch von einem Sesambein verstärkt wird. Dieser Kopf (btr) entsteht bei den andern drei Vögeln mit zwei Zacken, der eine vom Tuberculum inferius humeri und der zweite von der innern Fläche des Humerus, und wird in zwei Portionen durch den Ansatz des M. infraspinatus getheilt. Er heftet sich an die Ulna wie bei Eudyptes. Der Muskel wird durch einige Aeste des N. radialis versorgt.

M. extensor carpi radialis (crl).

Er geht von einem Processus proximalwärts vom Condylus externus humeri aus und bedeckt den M. extensor metacarpi radialis longus, mit dessen Sehne er am Carpus verwächst. (Fig. 9). Die Sehne wird da von einem Ligament umgeben und verbindet sich mit derjenigen des M. extensor pollicis longus um sich an das Metacarpale I anzuheften. Bei Eudyptes fehlt dieser Muskel. Er erhält vom N. radialis einen Zweig, der sich am obern Ende des Vorderarmes vom Stamme lostrennt.

M. extensor metacarpi radialis longus (mcr).

Dieser Muskel entspringt auch von demselben Processus wie der vorhergehende durch eine zarte Sehne, die beinahe überall am Ursprunge vom M. extensor carpi radialis eingeschlossen ist.

---

[1]) »De scription of Aptenodytes Patachonica». Proceedings of the zoological Society of London. 1835. pag. 142.

Er ist dünner als dieser, aber der Muskelbauch ist länger und geht in eine Sehne über, die neben der des M. extensor carpi radialis in einer Furche des Radius verläuft und sich mit diesem Muskel befestigt. Bei Eudyptes ist er nicht vorhanden. Innervirt im proximalen Theile durch einen Ast des N. radialis.

M. extensor digitorum communis longus (xdc).

Entsteht bei Alca, Mergulus und Mormon am Condylus externus humeri mit dem M. supinator brevis verwachsen. (Fig. 9). Er ist schwächer als der M. extensor digiti indicis proprius longus, den er theilweise bedeckt, und befestigt sich durch eine Sehne, die am Handgelenke unter einem Ligament geht und sich in zwei Aeste spaltend an die erste Phalanx des Daumens und diejenige des zweiten Fingers anheftet. Bei Eudyptes wird er durch eine lange Sehne repräsentirt, die nur einige Muskelfasern hat, und, über den M. extensor pollicis longus ziehend, sich an der Mittelhand mit dem M. extensor digiti indicis proprius longus vereinigt und an die zweite Phalanx des zweiten Fingers tritt. (Fig. 12). Er wird vom schwächern der beiden Aeste versorgt, worin der N. radialis sich auf dem Vorderarme spaltet.

M. extensor carpi ulnaris (xcl).

Ulnarwärts vom vorhergehenden Muskel geht er durch eine platte Sehne vom Condylus externus humeri aus und ist bei Alca, Mergulus und Mormon in seinem obern Theile mit dem M. flexor carpi radialis verwachsen, und besteht bei Eudyptes aus einer Sehne, während er bei den andern nur auf der äussern Seite sehnig ist. Er inserirt am Metacarpale II und wird durch einen Faden von demselben Aste wie der M. extensor digitorum communis longus innervirt.

M. supinator brevis (sp).

Er entsteht mit einer dünnen, platten Sehne vom Condylus externus humeri, wo er mit dem M. extensor digitorum communis longus verbunden ist, wird nachher fleischig und erstreckt sich an den vordern Rand und die äussere Fläche des Radius, dem Ansatze des M. pronator brevis gegenüber. (Fig. 9). Der Muskel ist bei Eudyptes von einer kurzen Sehne repräsentirt, in welcher einige Muskelfasern sich befinden und die sich vom M. extensor digitorum communis longus absondert. Innervirt durch einen Zweig vom stärkern der beiden Aeste des N. radialis.

M. extensor pollicis longus (xpl).

Dieser kleine langgestreckte Muskel entspringt zweiköpfig, und zwar der stärkere Kopf von der radialen Seite der Ulna und der schwächere von der ulnaren Seite des Radius (Fig. 12), und befestigt sich bei Eudyptes' am Metacarpale II mit dem M. tensor patagii longus, und bei den übrigen am Metacarpale I mit dem M. extensor carpi radialis verwachsen (Fig. 9). Ein Zweig vom stärkern Aste des N. radialis versorgt ihn.

M. extensor digiti indicis proprius longus (dip).

Bei Eudyptes kommt er fleischig, distalwärts vom vorhergehenden Muskel, von den einander zugekehrten Seiten der Ulna und des Radius (Fig. 12) und verbindet sich sehnig mit dem M. extensor digitorum communis longus. Er ist bei den andern drei Vögeln ein sehr starker Muskel, der vom Condylus internus humeri, auf der Beugeseite des Armes (Fig. 10), neben dem M. flexor digitorum sublimis, und von der Ulnarenseite des Radius entspringt, und tritt an die Streckseite zwischen der Ulna und dem Radius hinaus (Fig. 9), sowie er auch sehnig an der zweiten Phalanx des zweiten Fingers inserirt. Die Innervation geschieht bei Eudyptes im distalen Theile durch einen Zweig des N. radialis und bei Alca, Mormon und Mergulus im proximalen durch den stärkern von den beiden Aesten, worin der N. medianus am Vorderarme zerfällt. Der Muskel ist also bei Alca, Mergulus und Mormon im proximalen Theile mehr entwickelt als bei den Vögeln im allgemeinen, denn er entsteht nach SELENKA[1]) nur am mittlern Drittheile der innern Seite des Radius und bei Paradisea speciosa nach DE MAN[2]) an der innern Seite des Radius, vom Ellenbogengelenke bis zum distalen Drittheile des Radius, entbehrt aber des kleinen Muskelbündels, das aus dem äussern Rande des untern Gelenktheils des Radius entspringt und M. extensor digiti indicis proprius brevis genannt wird.

M. extensor pollicis brevis (xpb).

Dieser Muskel, welcher wie auch die übrigen kurzen Daumenmuskeln bei Eudyptes fehlen, geht vom Metacarpale I aus und tritt an die erste Phalanx des Daumens, abwärts und mehr radial-

[1]) l. c. pag. 132.
[2]) l. c. pag. 115.

wärts als die Sehne des M. extensor digitorum communis longus, und erhält einen Zweig des N. radialis.

M. adductor pollicis (dp).

Er entsteht vom Metacarpale II, befestigt sich an der ersten Phalanx des Daumens, von der Basis bis zur Spitze, und wird von einem Aste des N. radialis innervirt.

M. adductor manus (dm).

Vom Kopfe der Ulna zieht dieser wohl entwickelte Muskel bei Eudyptes einköpfig an den distalen Theil des Metacarpale III und bei den übrigen zweiköpfig — der innere Kopf ist bei Alca und Mormon wie bei den Raubvögeln nach SELENKA[1]) zweibäuchig (Fig. 9) — an die Basis des dritten Fingers und wird von einem Zweige des N. radialis versorgt.

M. interosseus dorsalis (nd).

Dieser kleine Muskel, der bei Eudyptes nur eine Sehne ist, entspringt vom Metacarpale III und heftet sich an die erste, bei Eudyptes an die zweite Phalanx des zweiten Fingers an. Ein Ast des N. radialis dringt in den Muskel hinein.

M. supracoracoideus (spcr).

M. supracoracoideus. FÜRBRINGER.
M. pectoralis secundus s. levator humeri. ROLLESTON[2]).
M. subclavius. DE MAN. SELENKA.

Er geht, vom M. pectoralis bedeckt, von der Crista sterni, dem Corpus sterni, dem Os coracoideum und der Membrana coracoclavicularis aus. Die Fasern ziehen schräg nach oben und aussen und convergiren, dass der Muskel dicker aber weniger breit wird, und in der Mitte eine starke Sehne bildend durch das Foramen triosseum geht um sich am Tuberculum superius humeri (Fig. 12) zu befestigen. Im äussern Rande ist dieser Muskel mit dem M. coracobrachialis longus verwachsen und ist da bei Eudyptes sehnig. Der N. supracoracoideus verbreitet sich auf der innern Fläche. Nach Lage und Innervation ist dieser Muskel,

---

[1]) l. c. pag. 136.
[2]) »On the homologies of certain Muscles connected with the Shoulder-joint», in: Trans. Linnean Soc. Vol. XXVI. 1868.

wie FÜRBRINGER[1]) bewiesen hat, dem M. supracoracoideus der Saurier homolog und entspricht einem Theil der Mm. supraspinatus und infraspinatus der Säugethiere.

M. pectoralis (pt).

Dieser starke Muskel entsteht von der Crista sterni, dem Corpus sterni, der Membrana coracoclavicularis und der Clavicula, bei Eudyptes auch von der Aponeurose des M. obliquus abdominis externus. Nach RÜDINGER[2]) ist er beim Strausse sehr unvollständig, nur vom Seitenrande des Sternum entspringend, und beim Casuar schwach, von dem Os coracoideum, Sternum und der Aponeurose des M. obliquus abdominis externus, und bildet eine dünne Muskelschicht, die am Humerus inserirt. Die Fasern verlaufen im obern Theile gerade nach aussen und gehen bei Eudyptes kopfwärts vom Sternum in die der andern Seite über. Er heftet sich an die ventrale Fläche der Crista humeri superior (Fig. 11) und wird an der innern Seite von dem starken N. pectoralis versorgt, der bei Alca, Mergulus und Mormon vom N. medioulnaris, bei Eudyptes vom N. medianus sich abzweigt.

M. coracobrachialis longus (cll).

Entspringt vom äussern Rande des Sternum, mit dem M. supracoracoideus vereinigt, und dem Os coracoideum, vom M. pectoralis bedeckt, und bildet einen kräftigen Muskel, der sich zum Tuberculum inferius humeri mit einer starken Sehne erstreckt. (Fig. 12). Er erhält auf der innern Fläche einen Nervenast, der sich vom N. pectoralis absondert.

M. biceps brachii (bc).

Er kommt mit einer langen Sehne vom Os coracoideum, vom M. pectoralis bedeckt, wird am Humerus fleischig und verbindet sich bei Alca mit einem kleinen Kopfe, der sehnig vom Tuberculum inferius humeri entspringt und einen kurzen Muskelbauch bildet. Nach SELENKA[3]) geht er gewöhnlich zweiköpfig aus, der kurze Kopf bei den Raubvögeln fleischig, während er

---

[1]) »Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln». Morph. Jahrbuch. Band I. pag. 790.

[2]) »Die Muskeln der vorderen Extremitäten der Reptilien und Vögeln». Natuurk. Verh. van de Holl. Maatsch. der Wetenschappen te Haarlem. 1868. pag. 79.

[3]) l. c. pag. 125.

bei den Grallae nur aus einer Sehne besteht, und zerfällt bei Scolopax und Himantopus in zwei Muskelbäuche, die leicht von einander getrennt werden können. Der Muskel verläuft an der innern Seite des Armes und tritt mit einer gespaltenen Sehne an die Ulna und den Radius fest, wo er unter dem M. brachialis internus liegt. (Fig. 10). Bei Eudyptes ist er nicht vorhanden. Er wird im proximalen Theile durch einen Zweig des N. medioulnaris innervirt.

M. brachialis internus (brn).

Dieser Muskel ist bei Eudyptes sehr gut entwickelt, bei den andern breit und dünn, und geht vom distalen Ende des Humerus aus, proximalwärts vom Ursprunge des M. pronator brevis. Er wird nachher bei Alca, Mergulus und Mormon von diesem und dem M. extensor digiti indicis proprius longus bedeckt und heftet sich bei Eudyptes an den obern Theil des Radius (Fig. 11), bei den übrigen an den radialen Rand der Ulna und wird bei Eudyptes und Mergulus von einem Zweige des N. medianus, bei Alca und Mormon von einem des N. medioulnaris versorgt.

M. pronator brevis (pbr).

Er entsteht sehnig vom Condylus internus humeri und befestigt sich fleischig am proximalen Theile des Radius. Die Innervation geschieht durch einen Zweig des N. medianus. Der Muskel ist nicht bei Eudyptes vorhanden.

M. flexor digitorum sublimis (fds).

Ist schwach entwickelt, bei Eudyptes nur eine Sehne, bei den andern hat er einige Muskelfasern am Handgelenke. Er entspringt vom Condylus internus humeri; radialwärts vom M. flexor carpi ulnaris und bei Alca, Mergulus und Mormon ulnarwärts vom M. extensor digiti indicis proprius longus (Fig. 10) und inserirt gemeinsam mit der Sehne des M. flexor digitorum profundus an der zweiten Phalanx des zweiten Fingers. Vom schwächern Aste des N. medianus löst sich ein Nerv ab, der zu diesem Muskel zieht.

M. flexor digitorum profundus (fdp).

Er hat seinen Ursprung fleischig an der radialen Seite der Ulna, wird bei Alca, Mergulus und Mormon im proximalen

Theile vom M. extensor digiti indicis proprius longus bedeckt und inserirt mit dem M. flexor digitorum sublimis zusammenfliessend. (Fig. 10). Er erhält einen Zweig vom schwächern Aste des N. medianus.

M. abductor digiti minimi (bdn).

Geht von der Ulnarseite des Metacarpale III, bei Eudyptes nur von dessen Basis, aus und zieht an die erste Phalanx des dritten Fingers. Er wird vom schwächern Aste des N. medianus innervirt.

M. flexor carpi radialis (fcr).

Dieser Muskel, der bei Eudyptes nicht vorhanden ist, ist am Ursprunge mit dem M. extensor carpi ulnaris verwachsen und liegt da unter ihm. (Fig. 10). Er entspringt vom radialen Rande der Ulna, wird vom M. flexor digitorum profundus bedeckt und tritt an die Basis des Metacarpale I. Vom N. medianus zieht ein dünner Zweig zu ihm, der im mittlern Theile eindringt.

M. abductor pollicis brevis (bp).

Von der Sehne des M. extensor carpi radialis ausgehend, liegt er an der Volarseite des Daumens und befestigt sich an dessen ersten Phalanx. Er wird von einem dünnen Faden des N. medianus versorgt.

M. flexor pollicis brevis (fp).

Er kommt vom Metacarpale II und heftet sich an die Basis der ersten Phalanx des Daumens. Wie der vorhergehende fehlt er bei Eudyptes. Ein Zweiglein des N. medianus breitet sich in ihm aus.

M. abductor indicis (bn).

Bei Eudyptes ist er wohl entwickelt, bei den andern schwächer, geht von der radialen Seite des Metacarpale II aus und inserirt an der ersten Phalanx des zweiten Fingers. Der N. medianus sendet einen Zweig an ihn ab.

M. interosseus volaris (nv).

Dieser Muskel ist viel stärker als der M. interosseus dorsalis und zieht, vom Metacarpale II entspringend, grösstentheils

fleischig an die erste Phalanx des zweiten Fingers hin und wird vom N. medianus innervirt.

M. flexor carpi ulnaris (fcl).

Vom Condylus internus humeri geht dieser Muskel, der bei Eudyptes (Fig. 11) nur eine Sehne ist und bei den übrigen wenige Muskelfasern hat, aus. Die innere Fläche der Ulna deckend, verläuft er zum Os carpi ulnare. Ein Zweig des N. ulnaris dringt am obern, äussern Theile in ihn hinein.

M. coracosternalis.

Er entsteht sehr platt und dünn vom äussern Rande des Sternum, distalwärts vom Ursprunge des M. coracobrachialis longus, und inserirt bei Eudyptes an der Halsrippe, bei den andern drei Schwimmvögeln an der zweiten und dritten Rippe. Innervirt durch einen Nerven, der sich von der letzten Wurzel des Plexus, bei Eudyptes doch vom N. ulnaris, lostrennt.

Die hintere Extremität.

Die Muskeln der hintern Extremität lassen sich nach ihrer *Innervation* in folgender Weise eintheilen.

A. Durch den *N. cruralis* werden innervirt:
- M. glutaeus minimus et quartus.
- M. sartorius.
- M. rectus femoris.
- M. cruralis et vastus externus.
- M. vastus internus.
- M. ambiens.
- M. iliacus internus.

B. Durch den *N. obturatorius:*
- M. obturator internus.
- M. obturator externus.
- M. adductor magnus.

C. Durch den *N. ischiadicus:*
- M. ischio-femoralis.
- M. glutaeus medius.
- M. glutaeus externus.
- M. biceps femoris.

M. tensor vaginae.
M. caudofemoralis.
M. ilio-ischio-femoralis.
M. semitendinosus.
M. semimembranosus.
M. flexor digitorum sublimis.
M. flexor digitorum profundus.
M. adductor digiti II.
M. flexor hallucis brevis.
M. gastrocnemius.
M. plantaris.
M. popliteus.
M. flexor digiti II et III.
M. abductor digiti IV.
M. extensor digitorum communis.
M. tibialis anticus.
M. peroneus longus.
M. peroneus brevis.
M. adductor digiti IV.
M. extensor digiti III.
M. abductor digiti II.
M. extensor hallucis brevis.

M. glutaeus minimus et quartus.

Er entspringt von der Crista iliaca externa und ist in seinem medialen Theile mit dem M. glutaeus medius, der ihn bis auf den vordern Rand bedeckt, verwachsen. Der Muskel zieht winkelrecht über das Femur hin und befestigt sich am Trochanter major, indem er einen Theil des M. iliacus internus und den Ursprung des M. cruralis deckt. Er wird vom proximalen Stamme des N. cruralis bei Eudyptes und Alca, vom mittlern bei Mergulus und Mormon innervirt und kann mithin nicht dem M. glutaeus minimus der Säugethiere homolog sein, weil dieser vom N. glutaeus superior versorgt wird.

M. sartorius (str).

Dieser Muskel ist bei Eudyptes sehr stark entwickelt und entsteht von den Processus spinosi des 4. bis 7. Dorsalwirbels bei diesem, des 6. bei Mormon und des 7. bei Alca und Mer-

gulus und auch von dem obern Rande und der äussern Fläche des Ilium. Er ist bei Alca, Mergulus und Mormon mit dem M. rectus femoris verbunden und inserirt an der Tibia, bei diesen nach oben vom Ursprunge des Caput internum des M. gastrocnemius, bei Eudyptes mehr nach vorn, proximalwärts vom M. peroneus longus und M. tibialis anticus. Ein Nervenzweig, vom proximalen Stamme des N. cruralis ausgehend, verbreitet sich an der innern Fläche des Muskels.

M. rectus femoris.

Die Mm. glutaeus medius und glutaeus externus deckend, geht er von der Crista iliaca interna mit dem M. tensor vaginae innig verbunden aus. Er liegt auf dem M. cruralis et vastus externus, und mit ihm verwachsen heftet er sich an die Spina tibiae externa. An der innern Fläche verzweigt sich ein Nerv, welcher vom mittlern Stamme des N. cruralis kommt.

M. cruralis et vastus externus.

Er entsteht, vom M. sartorius bedeckt, mit zwei Köpfen, die am Ursprunge durch die Insertion des M. glutaeus minimus et quartus getrennt werden. Der äussere, M. vastus externus, geht vom Femur distalwärts vom Trochanter major, dem Ansatze des M. glutaeus externus gegenüber, aus; der innere, M. cruralis, vom vordern Theile des Femur, bei Alca und Mergulus eine kleine Portion vom innern Rande des Femur aufnehmend, die er bedeckt. Der Muskel verwächst mit der Aponeurose der Mm. rectus femoris und tensor vaginae und inserirt durch eine starke Sehne, worin die Patella eingeschlossen ist, an der Spina tibiae externa und dem obern Theile der Tibia. Er erhält an seiner äussern Seite mehrere Zweige vom mittlern Stamme des N. cruralis.

M. vastus internus (vtn).

Dieser Muskel, schwächer als der M. vastus externus, entspringt von der innern Seite des Femur, zwischen dem M. iliacus internus und dem M. cruralis et vastus externus, bei Eudyptes und Mormon vom M. ambiens bedeckt, und zerfällt hier nicht wie bei den Ratiten nach GADOW[1]) in zwei oder drei Theile. Die Insertion des M. adductor magnus verdeckend,

---

[1]) l. c. pag. 29.

tritt er an die Spina tibiae interna unter dem Caput internum des M. gastrocnemius. Innervirt durch einen Ast vom mittlern Stamme des N. cruralis.

M. ambiens (mbs).

M. ambiens. GADOW.

M. gracilis. SELENKA. DE MAN.

Bei Alca und Mergulus ist er nicht vorhanden; bei Mormon ist er schwach, bei Eudyptes gut entwickelt. Er geht sehnig vom Os pubis aus, wo dieses sich mit dem Ischium vereinigt, deckt den äussern Rand des M. adductor magnus und einen Theil des M. vastus internus (Fig. 17) und zieht als eine dünne Sehne unter dem M. sartorius und dem M. flexor digiti II et III zum Unterschenkel, wo er sich mit dem M. flexor digitorum sublimis verbindet (Fig. 16). Bei einigen Ratiten verhält er sich nach GADOW[1]) anders, indem er bei Struthio vom latero-ventralen Rande des präacetabularen Ilium entspringt, und bei Casuarius sich mit der Sehne des M. cruralis et vastus externus vereinigt. Ein Nerv von dem an den M. vastus internus gehenden Zweige verbreitet sich an seiner innern Fläche. Er kann nicht dem M. gracilis der Säugethiere homolog sein, weil dieser durch den N. obturatorius innervirt wird und der M. ambiens durch einen Zweig des N. cruralis.

M. iliacus internus.

Dieser ist ein kleiner langgestreckter Muskel, der vom innern, ventralen Rande des Ilium entsteht, am Ursprunge vom M. glutaeus minimus et quartus und in seinem weitern Verlaufe von dem M. cruralis und dem M. vastus internus bedeckt wird und sich an den innern Theil des Femur anheftet. Der distale Stamm des N. cruralis entsendet an ihn einen dünnen Nervenzweig.

M. obturator internus.

Entspringt von der Innenseite des Os pubis und Ischium und bildet einen breiten Muskel, der mit convergirenden Muskelfasern durch das Foramen obturatorium geht um sich sehnig unter dem M. ischio-femoralis am Trochanter major zu befestigen. Ein langer Zweig des N. obturatorius breitet sich im Muskel aus.

---

[1]) l. c. pag. 28.

M. obturator externus.

Dieser kleine Muskel entsteht zwischen dem Foramen obturatorium und dem Acetabulum, wo das Os pubis und das Ischium sich verbinden, und mit dem vorhergehenden Muskel nahe vereinigt, inserirt er neben ihm. Versorgt durch einen Ast des N. obturatorius.

M. adductor magnus (addm).

Eine breite, dreieckige Muskelmasse, die ventralwärts vom vordern Theile der Mm. caudofemoralis und ilio-ischio-femoralis liegt, und vom Os pubis, distalwärts vom Foramen obturatorium, und vom Ischium entspringt. Der Muskel inserirt an der innern Seite des Femur, wo er am distalen Ende mit dem Caput medium des M. gastroenemius verwächst. (Fig. 17). Der N. obturatorius verzweigt sich im mittlern Theile.

M. ischio-femoralis (sfl).

M. ischio-femoralis. GADOW.

M. pyriformis. QUENNERSTEDT [1]).

M. quadratus femoris. SELENKA. DE MAN.

Er geht von dem äussern postacetabularen Rande des Ilium und dem Theile des Ischium, der zwischen dem Foramen ischiadicum und dem Foramen oblongum liegt, aus. (Fig. 15). Die Fasern ziehen nach oben, convergiren und, indem die mittlern sehnig werden, treten an den Trochanter major, dem M. glutaeus minimus et quartus gegenüber. Der Muskel liegt ventralwärts von dem N. ischiadicus, den Mm. ilio-ischio-femoralis, biceps femoris und semitendinosus. Er wird bei Mergulus und Eudyptes an der ventralen Seite von einem Aste des N. obturatorius, und bei Alca, Mergulus und Mormon am innern Rande, bei Eudyptes an der dorsalen Seite von einem Zweige des N. ischiadicus versorgt. Der Muskel kann nicht dem M. pyriformis der Säugethiere homolog sein, weil dieser nach LECHE [2]) dorsalwärts vom N. ischiadicus liegt, sondern dem M. quadratus femoris, der nach demselben Forscher [3]) bei Insectivora vom Ischium entspringt,

---

[1]) »Studier i Foglarnes Anatomi». Acta Universitatis Lundensis. Tom. IX. Lund 1872.

[2]) »Zur Anatomie der Beckenregion bei Insectivora». Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens handlingar. Band 20. Stockholm 1883. pag. 75.

[3]) l. c. pag. 76.

vom N. ischiadicus überlagert und durch einen Zweig dieses Nerven innervirt wird, Centetes und Erinaceus ausgenommen, bei welchen er einen Ast des N. obturatorius erhält. Bei den Reptilien wird er nach GADOW[1]) vom N. obturatorius (Crocodilini und Chelonii) oder vom Plexus ischiadicus (Iguana und Lacerta) oder endlich vom N. obturatorius und Plexus ischiadicus (Ophryoessa und Monitor) versorgt.

M. glutaeus medius (gmd).

Vom M. sartorius und M. rectus femoris bedeckt, entspringt er aus der Fossa iliaca externa, kopfwärts vom Acetabulum und ist in seinem hintern Theile mit dem M. glutaeus externus verwachsen. Er befestigt sich am Trochanter major, mehr proximalwärts als der M. glutaeus minimus et quartus, und wird von einem Zweige des N. ischiadicus innervirt, der sich in der innern Fläche vertheilt.

M. glutaeus externus.

Dieser kleine Muskel, der kleinste von den drei Mm. glutaei, geht vom dorsalen Rande des Ilium, winkelrecht am Rückgrate, den distalen Theil des M. glutaeus medius deckend, aus. Er verläuft zum Trochanter major unter dem M. rectus femoris und dem M. tensor vaginae. Derselbe Nerv, der den vorhergehenden Muskel versorgt, giebt auch an diesen ein Aestchen ab.

M. biceps femoris (bfm).

Er entsteht (Fig. 14) von der äussern postacetabularen Fläche des Ilium und der Crista iliaca interna. Von einer Sehnenschlinge (sbf) umgeben (Fig. 16), die vom Femur ausgeht, tritt er, eine starke Sehne (sb) bildend, an die Tibia unter dem M. flexor digiti II et III. Ein Zweig des N. ischiadicus verbreitet sich in ihm und bei Eudyptes auch einer des N. glutaeus im proximalen Theile.

M. tensor vaginae.

Entspringt aponeurotisch von der Crista iliaca interna, zwischen dem M. rectus femoris und dem M. biceps femoris. Er tritt an die Spina tibiae externa durch eine Sehne, die

[1]) »Beiträge zur Myologie der hinteren Extremität der Reptilien». Morph. Jahrbuch. Band. VII. pag. 456.

nahe der Insertion mit dem M. vastus externus zusammenfliesst. Die Innervation geschieht bei Eudyptes durch einen Zweig des mittlern Stammes des N. cruralis und bei den übrigen durch einen Ast des N. ischiadicus, der sich bei Mergulus und Mormon direkt vom Stamme, bei Alca aber vom Aste am M. biceps femoris, abzweigt.

M. caudofemoralis (cfr).

M. femoro-coccygeus. QUENNERSTEDT.

M. adductor longus. SELENKA. DE MAN.

Der laterale Kopf des M. caudi-ischio-ilio-femoralis. GADOW.

Dieser dünne, langgestreckte Muskel geht aponeurotisch bei Alca, Mergulus und Mormon, fleischig bei Eudyptes von einigen Schwanzwirbeln aus; am äussern Rande des M. ilio-ischio-femoralis gelegen (Fig. 14, 15) befestigt er sich sehnig am Femur. Er liegt ventralwärts vom N. ischiadicus und M. biceps femoris, dorsalwärts vom M. adductor magnus und wird vom N. glutaeus innervirt. Der Muskel ist nicht dem M. adductor longus homolog, weil dieser vom N. obturatorius innervirt wird, auch nicht dem M. femoro-coccygeus der Säugethiere, der zwar von den Schwanzwirbeln an das Femur hinzieht, aber nach LECHE [1]) den N. ischiadicus überlagert. Er entspricht vielmehr dem M. caudofemoralis [2]) der Säugethiere, der denselben Ursprung, Ansatz und dieselben Beziehungen zum N. ischiadicus aufweist.

M. ilio-ischio-femoralis (lsfm).

Der mediale Kopf des M. caudi-ischio-ilio-femoralis. GADOW.

M. quadratus femoris. QUENNERSTEDT.

Von SELENKA und DE MAN nicht erwähnt.

Er entspringt von der Crista iliaca externa, distalwärts vom Acetabulum, und vom hintern Rande des Ischium und ist sehr verschieden entwickelt. Bei Mormon fehlt er; bei Alca ist er viel schwächer als der M. caudofemoralis, bei Mergulus ebenso stark und bei Eudyptes mehr entwickelt als dieser (Fig. 14). Er liegt am innern Rande des letztern Muskels, ventralwärts von dem N. ischiadicus, den Mm. biceps femoris und semitendinosus und inserirt am Femur, bei Alca

[1]) l. c. pag. 67.

[2]) LECHE l. c. pag. 90.

und Eudyptes mit dem M. caudofemoralis verwachsen, bei Mergulus von ihm getrennt. Versorgt durch einen Zweig des N. glutaeus. Er entspricht nach GADOW[1]) dem M. caudi-ilio-femoralis der Reptilien, aber kann wohl nicht hier so genannt werden, da die caudale Portion nicht vorhanden ist, sondern nach dem Ursprunge und Ansatze M. ilio-ischio-femoralis.

M. semitendinosus (std).

Dieser breite und platte Muskel entsteht, distalwärts vom M. biceps femoris und ein wenig von ihm bedeckt, vom hintern Theile des Ilium und bei Eudyptes auch von einigen Schwanzwirbeln wie bei den Ratiten nach GADOW[2]). Er verbindet sich mit dem M. semimembranosus und heftet sich an die Tibia, distalwärts von der Spina tibiae interna, an. Auf der ventralen Seite verbreitet sich ein Aestchen des N. glutaeus.

M. semimembranosus (smb).

Er entspringt bei Alca, Mormon und Mergulus von der äussern Fläche des Ischium bis an die Knockenbrücke, die das Foramen obturatorium vom Foramen oblongum abtrennt, bei Eudyptes (Fig. 15) in zwei Portionen, die dorsale vom Ischium und die ventrale (csmb) mit einem Muskel an dem Cloake verwachsen. Er erhält einen Nervenast des N. glutaeus und vereinigt sich nachher mit dem M. semitendinosus.

M. flexor digitorum sublimis (fds).

Unter dem distalen Theile des M. adductor magnus und dem Caput externum des M. gastrocnemius, geht dieser Muskel zweiköpfig aus, der eine Kopf vom Condylus internus femoris und der andere vom Condylus externus femoris und vom Capitulum fibulae. (Fig. 17). Er geht am distalen Theile der Tibia in mehrere Sehnen über, die einen Canal des Fersenknorpels durchlaufen, die Sehne der zweiten Zehe bei Alca, Mergulus und Mormon auch unter die Knockenbrücke. Die Sehne der zweiten Zehe befestigt sich an der ersten Phalanx, die der dritten bei Alca, Mergulus und Mormon an der ersten, bei Eudyptes an der zweiten Phalanx, die der vierten bei Alca, Mergulus und Mormon an der ersten, zweiten und dritten,

[1]) l. c. pag. 395.
[2]) »Zur vergleichenden Anatomie der Muskulatur des Beckens und der hinteren Gliedmasse der Ratiten». Jena 1880. pag. 40.

bei Eudyptes an der zweiten und dritten Phalanx. Die Innervation geschieht im proximalen Theile des Muskels bei Mergulus durch einen Faden des obern Astes des N. tibialis, bei den übrigen durch den obern von den drei Zweigen, worin der untere Ast des N. tibialis zerfällt.

M. flexor digitorum profundus (fdp).

Er entspringt wie der vorhergehende und von ihm bedeckt mit zwei Köpfen, der lange und oberflächliche vom Condylus externus femoris, der tiefe von der Tibia und Fibula. Am Tarsometatarsus geht er durch einen Canal des Fersenknorpels und bei Alca, Mergulus und Mormon unter die Knockenbrücke und zerfällt in drei Sehnen, welche diejenigen des vorhergehenden Muskels durchbohren; sie inseriren bei allen an der letzten Phalanx der zweiten, dritten und vierten Zehe, bei Eudyptes ausserdem an der zweiten Phalanx der zweiten Zehe, der dritten Phalanx der dritten und der dritten und vierten Phalanx der vierten Zehe. Der Muskel wird nahe dem Ursprunge vom proximalen Zweige des obern Astes des N. tibialis und auch im mittlern Theile bei Alca und Mormon vom distalen Zweige desselben Astes innervirt.

M. adductor digiti II.

Er entsteht an der hintern Seite des Tarsometatarsus unter den Sehnen der langen Flexoren und tritt an die Innenseite der ersten Phalanx der zweiten Zehe. Bei Eudyptes fehlt dieser Muskel. Versorgt durch einen Faden vom distalen Zweige des obern Astes des N. tibialis.

M. flexor hallucis brevis (hb).

Dieser kleine Muskel, der nur bei Eudyptes vorhanden ist, geht von der hintern Seite des Tarsometatarsus aus, und heftet sich an die erste Zehe an. Er erhält einen Faden von demselben Nervenzweige wie der vorhergehende Muskel. (Fig. 17).

M. gastrocnemius.

Besteht aus drei Köpfen. Das Caput externum (xgsc) entspringt fleischig bei Eudyptes, sehnig bei den übrigen vom Condylus externus femoris und ist mit der Sehnenschlinge des M. biceps femoris verwachsen (Fig. 16). Als ein accessorischer Kopf können einige Muskelbündel bei Eudyptes

angesehen werden, die vom Femur aber mehr proximalwärts als vom Condylus externus ausgehen. Das Caput medium (mgsc) entsteht vom Femur (Fig. 17), wo es mit dem M. adductor magnus verbunden ist, nimmt bei Alca eine accessorische Partie von der Tibia auf und tritt an die Sehne des Caput internum. Dieser Kopf (ngsc) ist stärker als das Caput externum, geht von der Patella, abwärts von der Insertion des M. vastus internus und der des M. sartorius, aus und ist mit dem M. peroneus longus verwachsen. Die drei Köpfe vereinigen sich am distalen Ende der Tibia und befestigen sich durch den Tendo Achillis an der hintern Seite des Os tarsometatarsi. Der Muskel wird von mehreren Zweigen des N. tibialis versorgt.

M. plantaris (plt).

Er ist ein kleiner, langgestreckter Muskel, der seinen Ursprung an dem Caput tibiae und der innern Seite der Tibia hat und am Fersenknorpel inserirt. Innervirt durch einen Nerven von dem Zweige des N. tibialis, der bei Eudyptes, Mergulus und Mormon zum Caput internum des M. gastrocnemius und bei Alca zum Caput medium verläuft.

M. popliteus.

Entspringt vom obern Theile der Fibula und zieht schräg abwärts und nach innen an die Tibia. Ein Faden, der sich gemeinsam mit dem Nerven des M. flexor digitorum profundus vom N. tibialis ablöst, versorgt ihn.

M. flexor digiti II et III (fg).

Zwischen dem M. peroneus longus und dem Caput externum des M. gastrocnemius entsteht er vom Femur und Capitulum fibulae mit der Sehne des M. vastus externus verwachsen (Fig. 16). Seine beiden Sehnen gehen durch den Fersenknorpel; die der zweiten Zehe heftet sich an die erste und zweite Phalanx, bei Eudyptes nur an die zweite, die der dritten an die zweite und dritte Phalanx, bei Eudyptes nur an die dritte an. Ein Nerv vom untern Zweige des N. tibialis innervirt den Muskel.

M. abductor digiti IV (bdt).

Er geht von der hintern Seite des Tarsometatarsus aus (Fig. 16), befestigt sich an der ersten Phalanx der vierten Zehe und

erhält einen Nerven von dem langen Zweige des N. peroneus, der abwärts unter dem M. flexor digiti II et III zum Fusse zieht.

M. extensor digitorum communis (xdgc).

Unter dem M. tibialis anticus gelegen, hat er (Fig. 16) seinen Ursprung von den beiden Spinae tibiae, der Patella und der vordern Seite der Tibia, und bildet bald eine starke Sehne, die am distalen Ende der Tibia unter einem Ligament und am Tarsometatarsus auch unter einem zieht um sich darauf in drei Sehnen zu theilen. Diese erstrecken sich an die verschiedenen Phalanxen der zweiten, dritten und vierten Zehe; bei Eudyptes spaltet sich doch jede Sehne in zwei oder drei Aeste, die die kurzen Sehnen entsenden (Fig. 18). Die proximalsten Zweige des N. peroneus verbreiten sich in der vordern Fläche des Muskels.

M. tibialis anticus (tb).

Dieser starke Muskel entspringt von den beiden Spinae tibiae und dem Condylus externus femoris, von dem M. peroneus longus und dem Caput internum des M. gastrocnemius bedeckt. (Fig. 16). Er verläuft an der Tibia durch dasselbe Ligament wie der vorhergehende Muskel und befestigt sich mit einer Sehne, die bei Eudyptes deutlich gespalten ist, an der Vorderseite des Tarsometatarsus. Vom N. peroneus dringen zahlreiche Zweige in ihn hinein.

M. peroneus longus (pl).

Er geht von der Spina tibiae und der Fibula aus, ist mit dem Caput internum des M. gastrocnemius und dem M. flexor digiti II et III verwachsen und bildet eine starke Sehne. Diese theilt sich und heftet sich bei Alca, Mergulus und Mormon durch einen Ast an den Fersenknorpel an; bei allen vier Vögeln verbindet sie sich mit der Sehne der dritten Zehe des M. flexor digitorum sublimis und tritt ausserdem bei Eudyptes an die erste, dritte und vierte Phalanx der vierten Zehe (Fig. 16). Er wird bei Alca und Mergulus vom N. peroneus, bei Mormon von dessen Ramus superficialis und bei Eudyptes vom Ramus profundus versorgt.

M. peroneus brevis (pb).

Von der Fibula und Tibia entspringend, liegt er unter dem M. flexor digiti II et III und zieht unter der Sehne des

M. peroneus longus an den Tarsometatarsus hin. Er wird bei Eudyptes vom N. peroneus profundus, bei Alca und Mormon vom N. peroneus superficialis und bei Mergulus vom Stamme vor der Theilung innervirt.

M. adductor digiti IV (ad).

Nahe der Insertion des M. tibialis anticus, an der vordern Seite des Tarsometatarsus, geht er aus und befestigt sich an der ersten Phalanx der vierten Zehe. Er erhält einen Zweig vom N. peroneus profundus, bei Eudyptes doch vom N. peroneus superficialis (Fig. 18).

M. extensor digiti III (tgt).

Ist ein wohl entwickelter Muskel, der von der vordern Seite des Tarsometatarsus, unter der Sehne des M. extensor digitorum communis, entsteht und sich an die erste Phalanx der dritten Zehe anheftet. Er wird von einem Zweige des N. peroneus profundus versorgt.

M. abductor digiti II (bd).

Dieser kleine Muskel entsteht vom distalen Theile des Tarsometatarsus und inserirt an der ersten Phalanx der zweiten Zehe. Innervirt durch ein Aestchen des N. peroneus profundus.

M. extensor hallucis brevis (hlb).

Er ist nur bei Eudyptes vorhanden und entspringt proximalwärts vom vorhergehenden Muskel, vom Tarsometatarsus und zieht zur ersten Zehe hin. Ein dünner Zweig des N. peroneus profundus breitet sich in ihm aus.

Erklärung der Abbildungen.

Für alle Figuren gültige Bezeichnungen:

Nerven.

XII, XIII . . . . . XXXIII. Ventraler Ast des 12., 13. . . . . . 33. Spinalnerven.
ax. N. axillaris.
bf. Nerv zum M. biceps femoris.
big. N. bigeminus.
c. Hautnerv.
cbr. Nerv zum M. coracobrachialis brevis.
cc. » zu den Schwanzmuskeln.
ccl. » zum M. cucullaris.
cf. » » » caudofemoralis.
cl. » » » coracobrachialis longus.
cr. » » » cruralis.
cst. N. coracosternalis.
fldp. Nerv zum M. flexor digitorum profundus.
furc. N. furcalis.
gm. Nerv zum M. glutaeus medius.
gq. » » » » minimus et quartus.
gx. » » » » externus.
il. » » » iliacus internus.
isch. N. ischiadicus.
ld. » latissimus dorsi.
lsf. Nerv zum M. ilio-ischio-femoralis.
mb. » » » ambiens.
md. N. medianus.
mdln. » medioulnaris.
ntr. Nerv zu den Intercostalmuskeln.
obt. N. obturatorius.
p. » pectoralis.
ppl. Nerv zum M. popliteus.
prn. N. peroneus.
rdl. » radialis.
rf. Nerv zum M. rectus femoris.
rh. N. rhomboideus.
s. Nerv zum M. sartorius.
sbsc. N. subscapularis.
sf. Nerv zum M. ischio-femoralis.

sm. Nerv zum M. semimembranosus.
spc. N. supracoracoideus.
sr. N. serratus.
st. Nerv zum M. semitendinosus.
tbl. N. tibialis.
tv. Nerv zum M. tensor vaginae.
uln. N. ulnaris.
vn. Nerv zum M. vastus internus.
vx. » » » » externus.

Muskeln.

ad. M. adductor digiti IV.
addm. » » magnus.
bc. » biceps brachii.
bd. » abductor digiti II.
bdn. » » » minimi.
bdt. » » » IV.
bfm. » biceps femoris.
bn. » abductor indicis.
bp. » » pollicis brevis.
brn. » brachialis internus.
btr. Der kurze Kopf des M. triceps brachii.
cbrv. M. coracobrachialis brevis.
ccll. » cucullaris.
cctr. Der accessorische Kopf des M. triceps brachii.
cfr. M. caudofemoralis.
cll. » coracobrachialis longus.
clntr. Die untere Portion des langen Kopfes des M. triceps brachii.
cltr. » obere » » » » » » » »
crl. M. extensor carpi radialis.
csmb. Die accessorische Portion des M. semimembranosus.
dip. M. extensor digiti indicis proprius longus.
dm. » adductor manus.
dp. » » pollicis.
dtm. » deltoideus major.
dtn. » » minor.
fcl. » flexor carpi ulnaris.
fcr. » » » radialis.
fdp. » » digitorum profundus.
fds. » » » sublimis.
fg. » » digiti II et III.
fp. » » pollicis brevis.
gmd. » glutaeus medius.
hb. » flexor hallucis brevis.
hlb. » extensor » »
lds. » latissimus dorsi.
lsfm. » ilio-ischio-femoralis.
ltr. Der lange Kopf des M. triceps brachii.

mbs. M. ambiens.
mcr. » extensor metacarpi radialis longus.
mgsc. Caput medium des M. gastrocnemius.
nd. M. interosseus dorsalis.
nfr. » infraspinatus.
ngsc. Caput internum des M. gastrocnemius.
nv. M. interosseus volaris.
pb. » peroneus brevis.
pbr. » pronator »
pl. » peroneus longus.
plt. » plantaris.
pt. » pectoralis.
sb. Die Sehne des M. biceps femoris.
sbf. Die Sehnenschlinge für den M. biceps femoris.
sbscp. M. subscapularis.
sfl. » ischio-femoralis.
smb. » semimembranosus.
smbs. Die Sehne des M. ambiens.
sp. M. supinator brevis.
spcr. » supracoracoideus.
std. » semitendinosus.
str. » sartorius.
tb. » tibialis anticus.
tgt. » extensor digiti III.
tm. » teres major.
tpbr. » tensor patagii brevis.
tpl. » » » longus.
tr. » triceps brachii.
vtn. » vastus internus.
vxn. » » externus.
xcl. » extensor carpi ulnaris.
xdc. » » digitorum communis longus.
xdgc. » » » »
xgsc. Caput externum des M. gastrocnemius.
xpb. M. extensor pollicis brevis.
xpl. » » » longus.

In Figg. 11—12 sind die Ursprungs- resp. Insertionsflächen durch die vorhergehenden Bezeichnungen mit Hinzufügungen eines U (Ursprung) resp. I (Insertion) bezeichnet; z. B. fcl (U): Ursprung des M. flexor carpi ulnaris; fcl (I): Insertion des M. flexor carpi ulnaris.

Ligament.

lgn. Ligamentum genu laterale internum.

Tafel I.

Fig. 1. Alca torda. Plexus brachialis.
» 2. Eudyptes chrysolopha. » »

Fig. 3. Mergulus alle. Plexus brachialis.
» 4. Mormon arcticus. » »
» 5. Alca torda. » lumbosacralis.
» 6. Eudyptes chrysolopha. » »
» 7. Mergulus alle. » »
» 8. Mormon arcticus. » »
» 13. Eudyptes chrysolopha. Die Muskeln an der Dorsalfläche der Scapula.

Tafel II.

Fig. 11. Eudyptes chrysolopha. Die Muskelansätze an der Medialfläche der vordern Extremität; $^3/_2$ nat. Grösse.
» 12. Eudyptes chrysolopha. Die Muskelansätze an der Lateralfläche der vordern Extremität; $^3/_2$ nat. Grösse.

Tafel III.

Fig. 9. Mormon arcticus. Die Muskeln und Nerven an der Lateralfläche der vordern Extremität nach Entfernung der Mm. tensor patagii longus et brevis.
» 10. Mormon arcticus. Die Muskeln und Nerven an der Medialfläche der vordern Extremität; dieselben Muskeln wie in Fig. 9 sind entfernt.
» 14. Eudyptes chrysolopha. Die Muskeln und Nerven an der Lateralfläche des Oberschenkels. Die Mm. rectus femoris, tensor vaginae und glutaeus externus sind abgetragen.

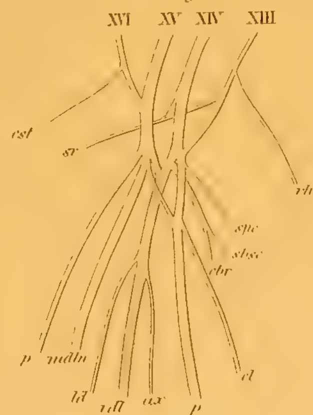
Tafel IV.

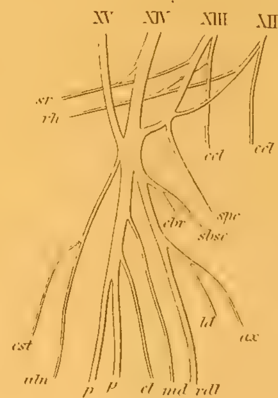
Fig. 15. Eudyptes chrysolopha. Die Muskeln und Nerven an der Lateralfläche des Oberschenkels. Dieselben Muskeln wie in Fig. 14 und ausserdem die Mm. ilio-ischio-femoralis und semitendinosus sind abgetragen.
» 17. Eudyptes chrysolopha. Die Muskeln und Nerven an der Medialfläche des Unterschenkels.
» 18. Eudyptes chrysolopha. Die Muskeln und Nerven an der Dorsalfläche des Fusses.

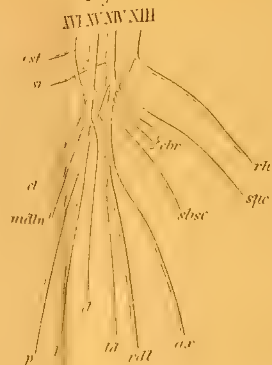
Tafel V.

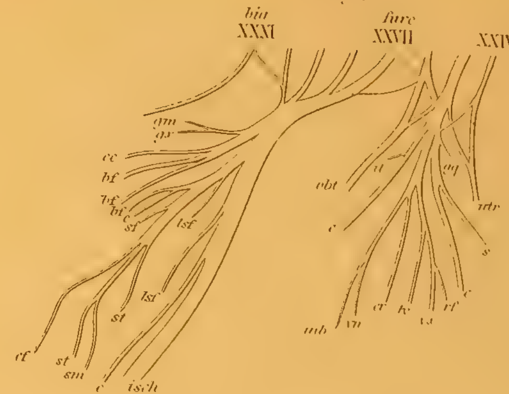
Fig. 16. Eudyptes chrysolopha. Die Muskeln und Nerven an der Lateralfläche des Unterschenkels.

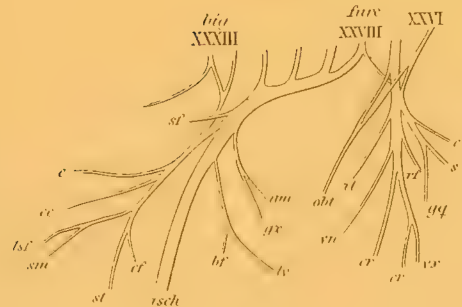


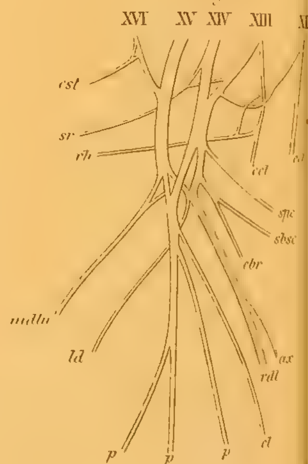

Fig. 1
XVI XV XIV XIII
cst
sr
rh
spc
sbsc
cbr
p
mdln
ld
rdl
ax
p
cl

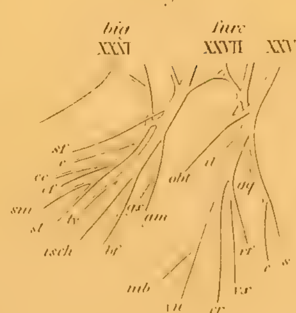

Fig. 2
XV XIV XIII XII
sr
rh
ccl
ccl
cbr
spc
sbsc
ld
ax
cst
uln
p
p
cl
md
rdl

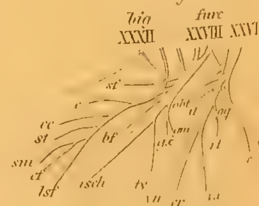

Fig. 3
XVI XV XIV XIII
cst
sr
cbr
rh
spc
cl
mdln
sbsc
p
ld
rdl
ax

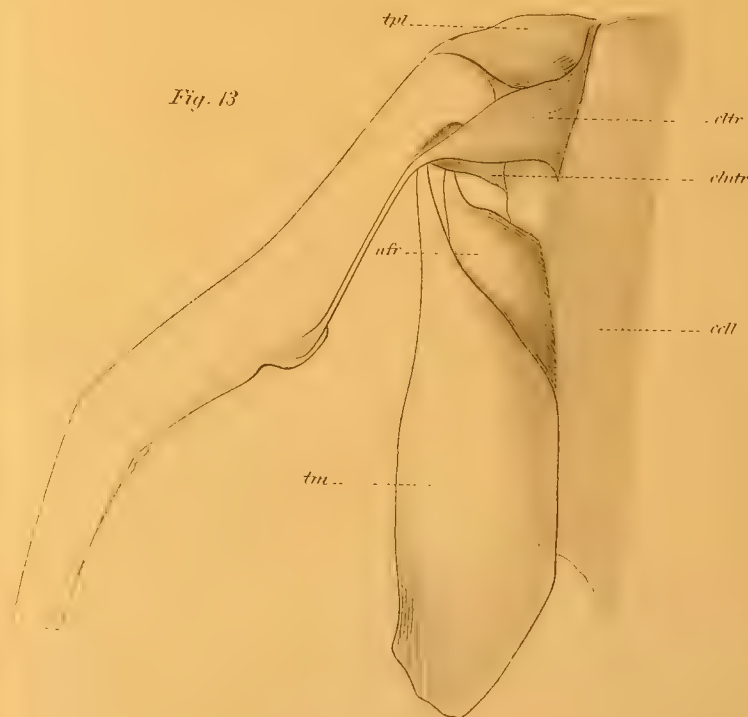

Fig. 6
big
XXXI
furc
XXVII
XXIV
gm
gx
cc
bf
obt
c
st
cf
st
sm
isch

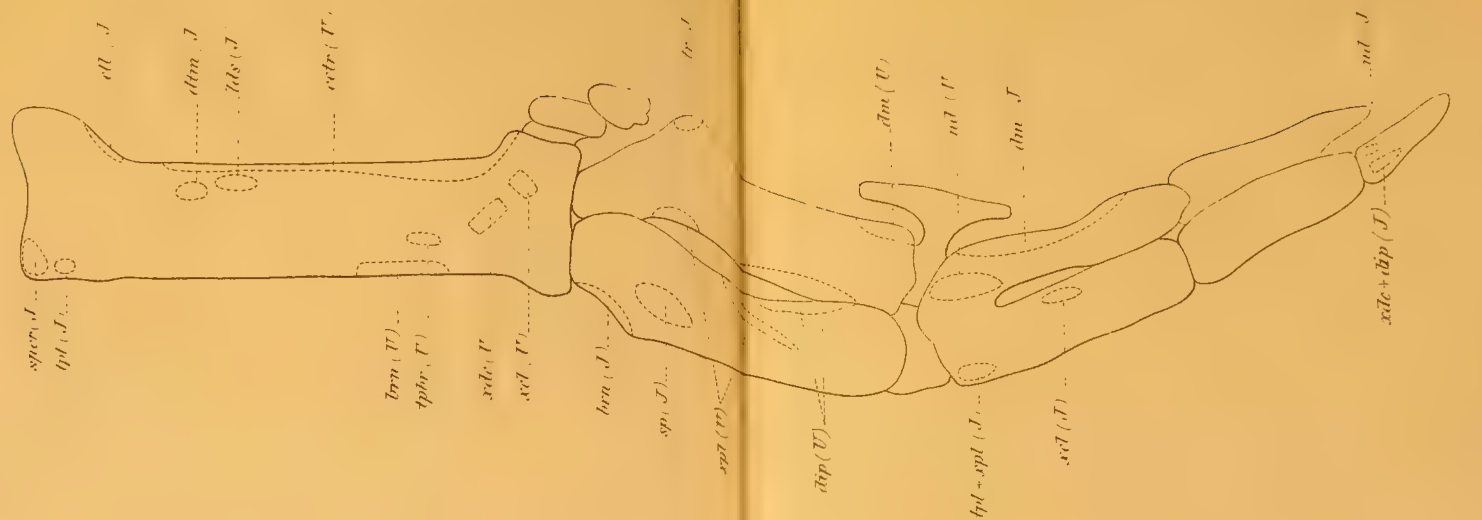

Fig. 5
big
XXXIII
furc
XXVIII
XXVI
st
c
cc
am
gx
obt
gq
lsf
sm
cf
bf
st
isch

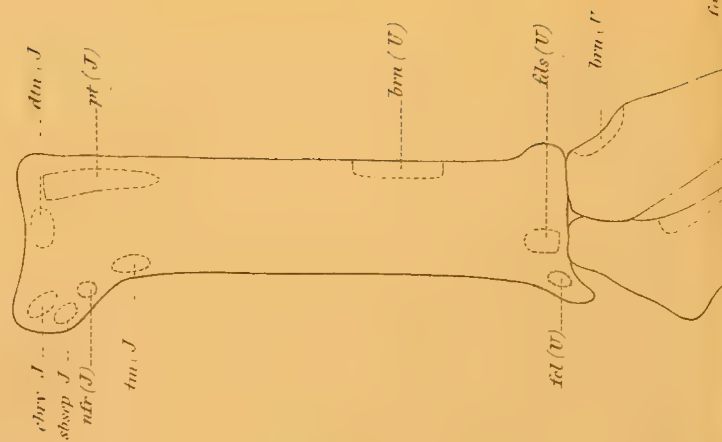

Fig. 4
XVI XV XIV XIII
cst
sr
rh
ccl
spc
sbsc
cbr
mdln
ld
ax
rdl
p
p
p
cl


Fig. 8
big
XXXI
furc
XXVII
XXV
st
obt
gq
am
sm
st
isch
bf


Fig. 7
big
XXXII
furc
XXVIII
XXVI
st
cc
st
sm
cf
lsf
isch
bf

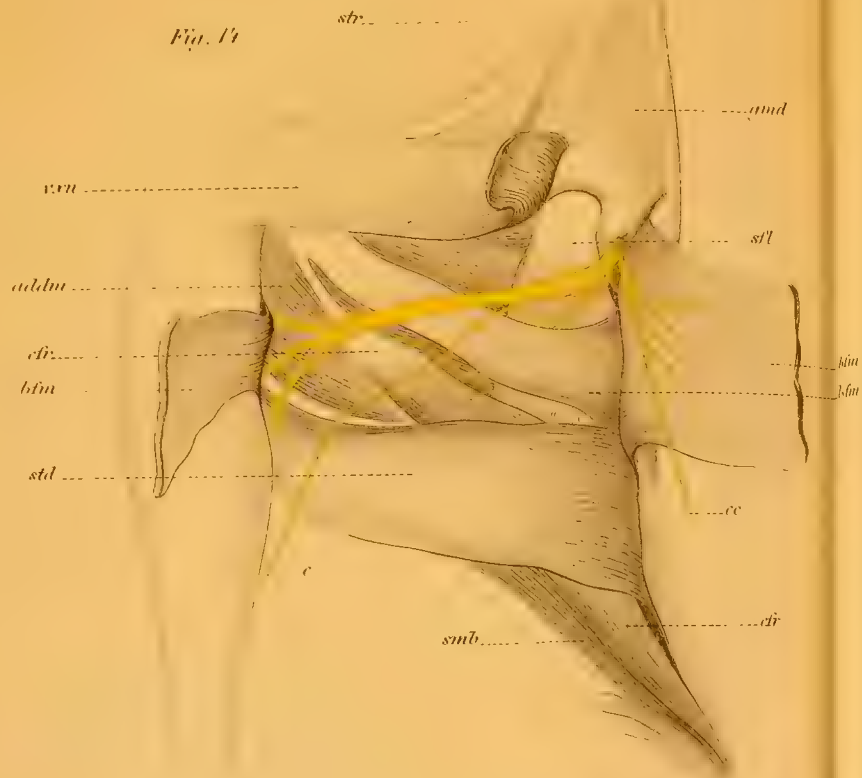

Fig. 13
tpl
cltr
clutr
ufr
ccl
tm

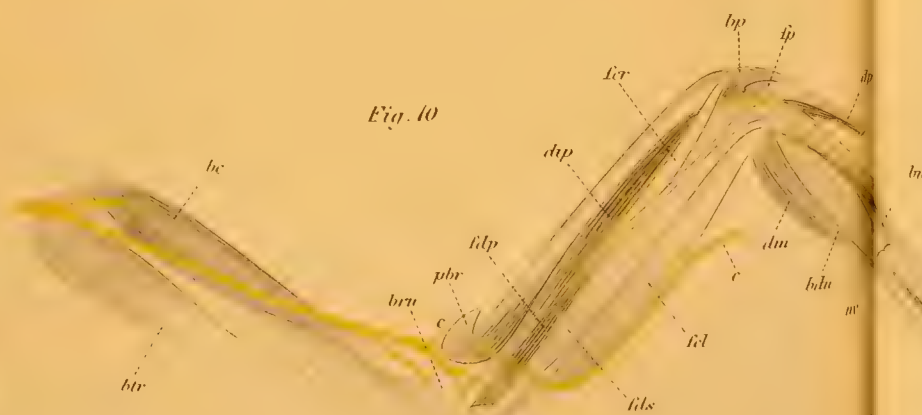


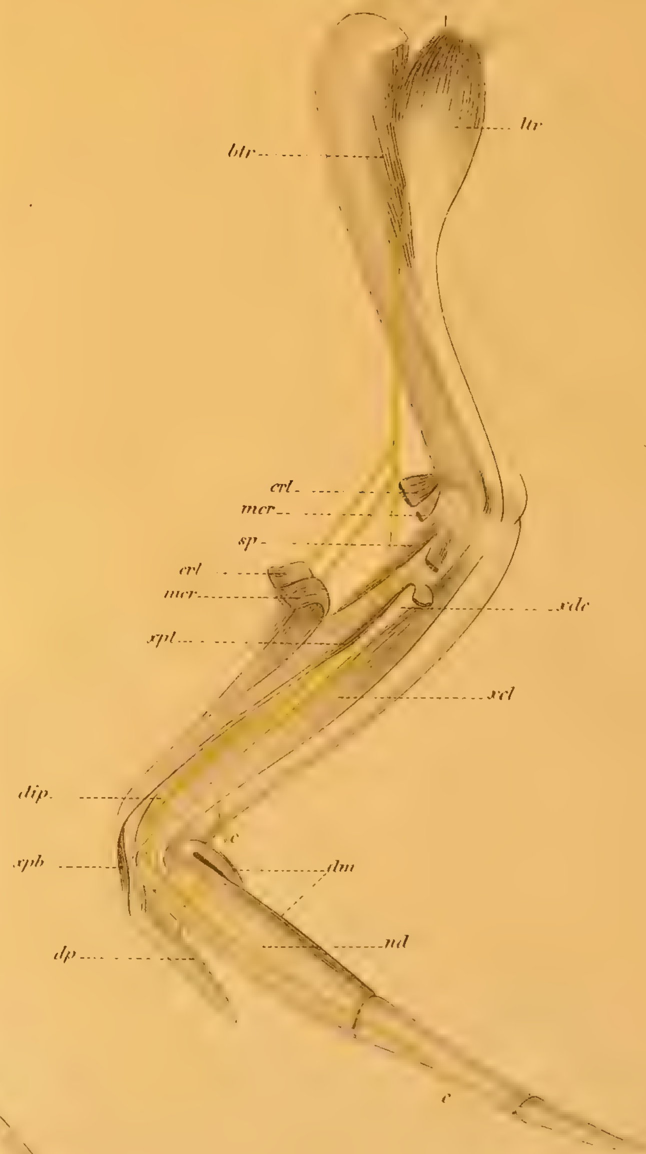


H. Bundsen del

Lith. W. Schlachter, Stockholm.







H. Bundsen del.

Lith. W. Schlachter, Stockholm.

Fig. 17

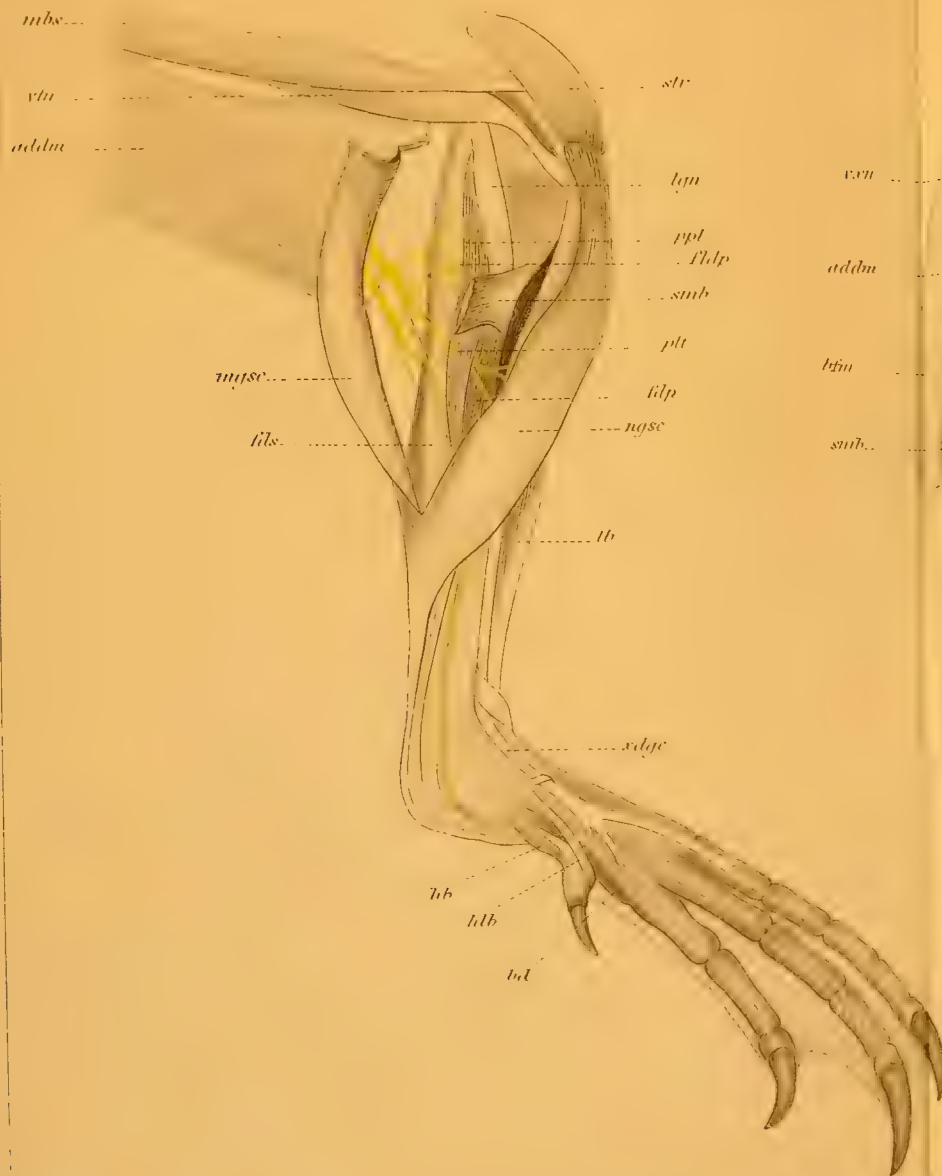


Fig. 15

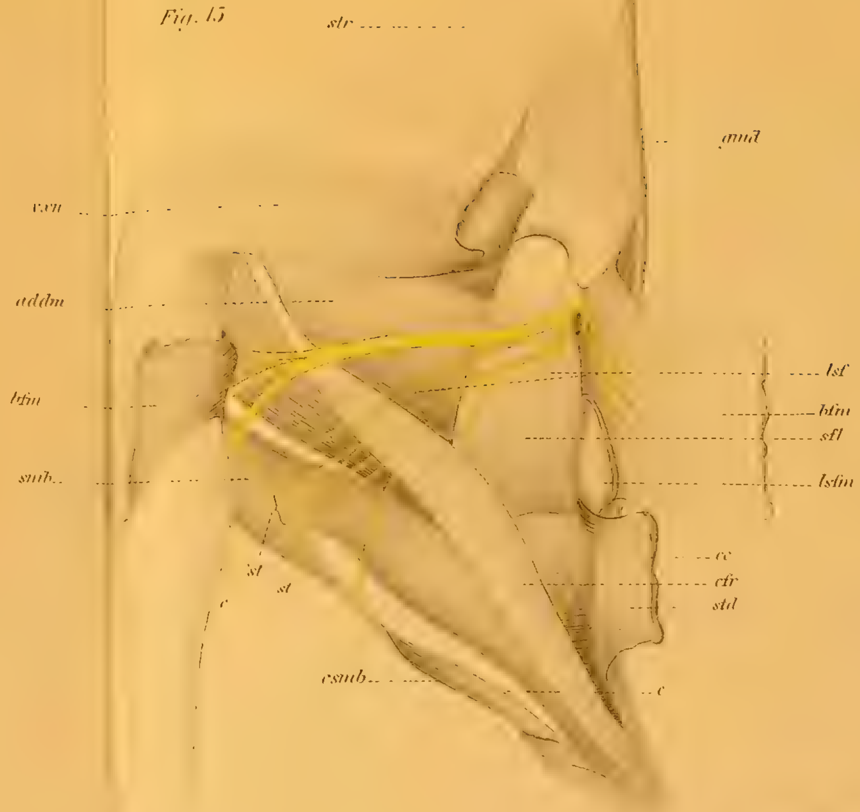
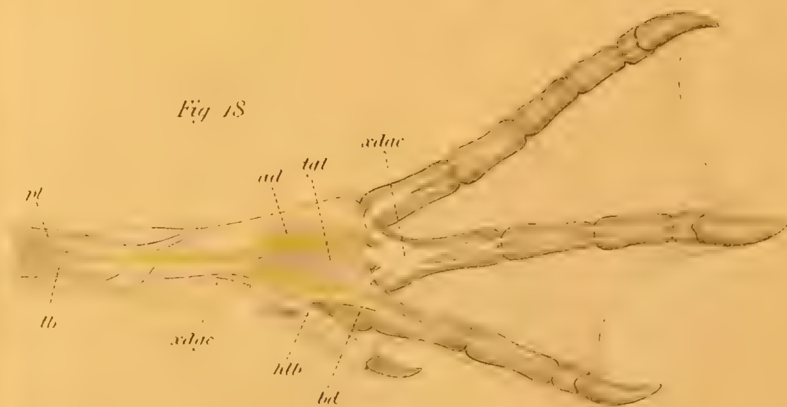


Fig. 18





Lith. W. Schlachter, Stockholm.

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 9. N:o 4.

Meddelanden från Stockholms Högskola. N:o 12.

EINE METHODE

GLEICHUNGEN, DEREN GRADZAHL NIEDRIGER ALS FÜNF IST,

AUFZULÖSEN.

VON

GEORG BORENIUS.

DER K. SCHWED. AKAD. DER WISS. MITGETHEILT DEN 14 NOVEMBER 1883.

STOCKHOLM, 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

In einem Aufsatze[1]) »Eine allgemeine Form der Wurzeln einer beliebigen algebraischen Gleichung» habe ich den Wurzeln (x_k) jeder gegebenen Gleichung $n^{\underline{ten}}$ Grades die Form gegeben:

$$x_k = \frac{1}{n} \sum_{g=0}^{g=n-1} \alpha^{-gk} y_g \,,\; k = 0\,,1\,,2\,\ldots\, n-1$$

wo α eine der primitiven $n^{\underline{ten}}$ Wurzeln der Einheit ist, und

$$y_g \qquad g = 0\,,\;1\,,\;2\ldots n-1$$

durch

$$\sum_{\substack{r_1=1}}^{r_1=n-1} \sum_{r_2=1}^{r_2=n-1} \sum_{r_3=1}^{r_3=n-1} \cdots \sum_{\substack{r_{p-1}=1 \\ r_1 \gtrless r_2 \;\; r_1 \gtrless r_3 \ldots r_1 \gtrless r_{p-1} \\ r_2 \gtrless r_3 \ldots r_2 \gtrless r_{p-1} \\ \cdots\cdots \\ r_{p-2} \gtrless r_{p-1}}}^{r_{p-1}=n-1} \begin{vmatrix} 0 & y_{r_1} & y_{r_2} & \cdots & y_{r_{p-1}} \\ y_{n-r_1} & 0 & y_{r_2-r_1} & \cdots & y_{r_{p-1}-r_1} \\ y_{n-r_2} & y_{n-(r_2-r_1)} & 0 & \cdots & y_{r_{p-1}-r_2} \\ y_{n-r_3} & y_{n-(r_3-r_1)} & y_{n-(r_3-r_2)} & \cdots & y_{r_{p-1}-r_3} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ y_{n-r_{p-1}} & y_{n-(r_{p-1}-r_1)} & y_{n-(r_{p-1}-r_2)} & \cdots & 0 \end{vmatrix} = \psi_p$$

bestimmt sind, wo man statt

$$r_s - r_t \atop s \gtrless t$$

$$s = 0, 1, 2 \ldots\ldots n-1 \text{ und } t = 0, 1, 2 \ldots\ldots n-1$$

---

[1]) Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar Band 8 N:o 20. Meddelande från Stockholms Högskola N:o 9.

für negative Werthe dieser Grösse

$$n - (r_s - r_t)$$

einzuführen hat,
und

$$\psi_p = \sum_{r=0}^{r=p} (-1)^r \frac{|\underline{p}}{|\underline{r}} n^{p-(r+1)} (n-(p-1))(n-(p-2)) \ldots\ldots (n-(p-r)) f_{p-r} f^{r}$$

für

$$p = 1, 2, 3 \ldots\ldots n.$$

In demzelben Aufsatze habe ich zugleich gezeigt, dass immer wenn die Gleichung $n^{\underline{ten}}$ Grades algebraisch auflösbar ist, die y_g $(g = 0, 1, 2, \ldots\ldots n-1)$ algebraisch bestimmt werden können. In dem Folgenden habe ich mir die Aufgabe vorgelegt die y_g für den Fall, dass n die Zahl vier nicht übersteigt, darzustellen.

Zunächst erhält man, wie wir wissen, für $n = 1$ und $n = 2$ unmittelbar y_g.

$$n = 1 \qquad\qquad \alpha = 1$$

$$x_o = y_o = \psi_1 = f_1$$

und

$$\begin{array}{ll} n = 2 & \alpha = -1 \\ \psi_1 = f_1 & \psi_2 = 4f_2 - f_1^2 \\ \psi_1 = y_o & \psi_2 = -y_1^2 \end{array}$$

Ebenso erhält man für $n = 3$ folgende bekannte Entwickelung:

$$\left.\begin{array}{l} \psi_1 = f_1 \\ \psi_2 = 6f_2 - 2f_1^2 \\ \psi_3 = 2 \,.\, 3^3 f_3 - 2 \,.\, 3^2 f_2 f_1 + 4f_1^3 \end{array}\right\} \ldots\ldots\ldots \text{(I)}$$

und

$$\left.\begin{array}{l} \psi_1 = y_0 \\ \psi_2 = -2y_1 y_2 \\ \psi_3 = 2(y_1^3 + y_2^3) \end{array}\right\} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(II)}$$

oder

$$\left.\begin{aligned} y_1^3 - y_2^3 &= \sqrt{\frac{1}{4}\psi_3^2 + \frac{1}{2}\psi_2^3} \\ y_1^3 + y_2^3 &= \frac{1}{2}\psi_3 \end{aligned}\right\} \dots\dots\dots\dots\dots \text{(III)}$$

folglich

$$\left.\begin{aligned} y_1^3 &= \frac{1}{4}(\psi_3 + \sqrt{\psi_3^2 + 2\psi_2^3}) \\ y_2^3 &= \frac{1}{4}(\psi_3 - \sqrt{\psi_3^2 + 2\psi_2^3}) \end{aligned}\right\} \dots\dots\dots\dots \text{(IV)}$$

$$\left.\begin{aligned} y_0 &= \psi_1 \\ y_1 &= \sqrt[3]{\frac{1}{4}\psi_3 + \frac{1}{4}\sqrt{\psi_3^2 + 2\psi_2^3}} \\ y_2 &= \sqrt[3]{\frac{1}{4}\psi_3 - \frac{1}{4}\sqrt{\psi_3^2 + 2\psi_2^3}} \end{aligned}\right\} \dots\dots\dots \text{(V)}$$

$$3x_k = \psi_1 + \alpha^{-k}\sqrt[3]{\frac{1}{4}\psi_3 + \frac{1}{4}\sqrt{\psi_3^2 + 2\psi_2^3}} + \alpha^{-2k}\sqrt[3]{\frac{1}{4}\psi_3 - \frac{1}{4}\sqrt{\psi_3^2 + 2\psi_2^3}}$$

$$k = 0, 1, 2$$

wo α irgend eine der primitiven 3ten Wurzeln der Einheit bezeichnet.

Da ψ_2 und ψ_3 in y_1 und y_2 symmetrisch sind, so ist es gleichgültig, welchen Werth man $y_1^3 - y_2^3$ von (III) und also auch y_1^3 von (IV) gibt. Ist aber y_1^3 einmal festgestellt, so ist y_2^3 eindeutig bestimmt. Ebenso folgt aus obiger Entwickelung, dass es gleichgültig ist, welche von den drei Wurzeln man aus (V) für y_1 wählt.

Um y_g in dem Falle, dass $n = 4$ ist, zu bestimmen, schlagen wir folgenden Weg ein, der sich an eine Methode knüpft, welche KRONECKER entworfen hat, um Gleichungen vierten Grades zu lösen, und welche ich, nach einer mir von Prof. MITTAG-LEFFLER gütigst theilgegebenen Andeutung, in einem

Aufsatze in den *Acta Societatis Scient. Fennicæ*[1]) ausführlich entwickelt habe.

Wir haben nämlich in diesem Falle:

$$x^4 - f_1 x^3 + f_2 x^2 - f_3 x + f_4 = 0 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

$$\alpha = i = \sqrt{-1}$$

und

$$\left.\begin{array}{l} \psi_1 = f_1 \\ \psi_2 = 8f_2 - 3f_1^2 \\ \psi_3 = \underline{|3}(4^2 f_3 - 8f_2 f_1 + 2f_1^3) \\ \psi_4 = \underline{|3}(4^4 f_4 - 4^3 f_3 f_1 + 4^2 f_2 f_1^2 - 3f_1^4) \end{array}\right\}$$

wie auch

$$\begin{array}{l} \psi_1 = y_0 \\ \psi_2 = -(y_2^2 + 2y_1 y_3) \\ \psi_3 = \underline{|3}\, y_2(y_1^2 + y_3^2) \\ \psi_4 = \underline{|3}((y_2^2 - 2y_1 y_3)^2 - (y_1^2 + y_3^2)^2) \end{array}$$

oder, wenn wir

$$\psi_2 = -\varphi_2 \qquad \psi_3 = \underline{|3}\,\varphi_3 \qquad \psi_4 = \underline{|3}\,\varphi_4$$

setzen:

$$\left.\begin{array}{l} \varphi_2 = 3f_1^2 - 8f_2 \\ \varphi_3 = 4^2 f_3 - 8f_2 f_1 + 2f_1^3 \\ \varphi_4 = 4^4 f_4 - 4^3 f_3 f_1 + 4^2 f_2 f_1^2 - 3f_1^4 \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

und:

$$\left.\begin{array}{l} \varphi_2 = y_2^2 + 2y_1 y_3 \\ \varphi_3 = y_2(y_1^2 + y_3^2) \\ \varphi_4 = (y_2^2 - 2y_1 y_3)^2 - (y_1^2 + y_3^2)^2 \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Eliminirt man $y_1 y_3$, so erhält man

$$\left.\begin{array}{l} \varphi_3 = y_2(y_1^2 + y_3^2) \\ \varphi_4 = (2y_2^2 - \varphi_2)^2 - (y_1^2 + y_3^2)^2 \end{array}\right\}$$

[1]) Tom XII Pag. 653—671. »En metod för upplösningen af likheter af fjerde graden.»

und eliminirt man in diesen beiden letztern Gleichungen y_2^2, so erhält man endlich

$$(y_1^2+y_3^2)^6-(\varphi_2^2-\varphi_4)(y_1^2+y_3^2)^4+4\varphi_2\varphi_3^2(y_1^2+y_3^2)^2-4\varphi_3^4=0 \text{ [1]} \ldots (4)$$

Mittelst dieser Resolvente kann nun obenstehende Gleichung vierten Grades (1) aufgelöst werden.

Da es jedoch nicht meine Absicht war die obige Gleichung vierten Grades in der einfachsten Weise aufzulösen, sondern vielmehr die oben eingeführten Grössen y_1, y_2, y_3 darzustellen, so gehe ich nicht darauf ein wie man auf dem kürzesten Wege vermittelst dieser Resolvente die Wurzeln der Gleichung des vierten Grades erhalten kann.

Wir gehen also zur Bestimmung von y_1, y_2, y_3 über, und schlagen dabei folgenden Weg ein.

Es sei

$$z_1 = y_1^4 - y_3^4 \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots (5)$$

---

[1]) Da diese Resolvente, so viel mir bekannt ist, nicht früher dargestellt worden ist, so habe ich, um dieselbe mit bisher bekannten Resolventen zusammenstellen zu können, ihre Coefficienten in Gleichungscoefficienten für die Gleichung des vierten Grades entwickelt und dabei erhalten:

$$(y_1^2 + y_3^2)^6 - (3f_1^4 - 4^2f_1^2f_2 + 4^2f_1f_3 + 4^2f_2^2 - 4^3f_4)(y_1^2 + y_3^2)^4 + (12f_1^8$$
$$- 2.4^3f_1^6f_2 + 3.4^3f_1^5f_3 + 7.4^3f_1^4f_2^2 - 5.4^4f_1^3f_2f_3 + 3.4^4f_1^2f_3^2 - 2.4^4f_1^2f_2^3$$
$$+ 2.4^5f_1f_2^2f_3 - 2.4^5f_2f_3^2)(y_1^2 + y_3^2)^2 - (4^2f_1^{12} - 4^4f_1^{10}f_2 + 2.4^4f_1^9f_3$$
$$+ 6.4^4f_1^8f_2^2 - 6.4^5f_1^7f_2f_3 + 6.4^5f_1^6f_3^2 - 4^6f_1^6f_2^3 + 6.4^6f_1^5f_2^2f_3 + 4^6f_1^4f_2^4$$
$$- 3.4^7f_1^4f_2f_3^2 + 2.4^7f_1^3f_3^3 - 2.4^7f_1^3f_2^3f_3 + 6.4^7f_1^2f_2^2f_3^2 - 2.4^8f_1f_2f_3^3$$
$$+ 4^8f_3^4).$$

Eine bedeutend einfachere Resolvente für Gleichungen vierten Grades habe ich dargestellt in

$$32y_1^3y_3^3 - 32\varphi_2y_1^2y_3^2 + (10\varphi_2^2 - 2\varphi_4)y_1y_3 + \varphi_4\varphi_2 + \varphi_3^2 - \varphi_2^3 = 0$$

oder in Coefficienten der Gleichung vierten Grades ausgedrückt:

$$y_1^3y_3^3 + (8f_2 - 3f_1^2)y_1^2y_3^2 + (3f_1^4 - 16f_1^2f_2 + 4f_1f_3 + 20f_2^2 - 16f_4)y_1y_3$$
$$+ (-6f_1^6 + 8f_1^4f_2 - 4f_1^3f_3 + 24f_1^2f_4 - 20f_1^2f_2^2 + 8f_1f_2f_3 + 16f_2^3 - 4^3f_2f_4$$
$$+ 8f_3^2) = 0.$$

Folglich

$$\begin{aligned} z_1^2 &= (y_1^4 - y_3^4)^2 \\ &= (y_1^2 + y_3^2)^2 (y_1^2 - y_3^2)^2 \\ &= (y_1^2 + y_3^2)^2 ((y_1^2 + y_3^2)^2 - 4 y_1^2 y_3^2) \\ &= (y_1^2 + y_3^2)^2 \left\{ (y_1^2 + y_3^2)^2 - \left(\varphi_2 - \frac{\varphi_3^2}{(y_1^2 + y_3^2)^2}\right)^2 \right\} \end{aligned}$$

Weil $(y_1^2 + y_3^2)^2$ die Wurzel einer Gleichung dritten Grades ist, deren Coefficienten in φ_2, φ_3, φ_4 rational sind, so kann z_1^2 als eine ganze rationale Function von $(y_1^2 + y_3^2)^2$ dargestellt werden, wo die Coefficienten in φ_2, φ_3, φ_4 rational sind und, welche in Beziehung auf $(y_1^2 + y_3^2)^2$ vom zweiten Grade ist. Indem man die oben angedeuteten Rechnenoperationen ausführt, erhält man:

$$z_1^2 = \frac{3}{4}(y_1^2 + y_3^2)^4 - \frac{1}{4}(\varphi_4 + 3\varphi_2^2)(y_1^2 + y_3^2)^2 + \varphi_2\varphi_3^2$$

Ebenso ist aus demselben Grunde z_1^2 eine gebrochene rationale Function von $(y_1^2 + y_3^2)^2$ deren Coefficienten in φ_2, φ_3, φ_4 rational und deren Zähler und Nenner in $(y_1^2 + y_3^2)^2$ linear sind. Diese Coefficienten können wir auf folgende Weise bestimmen:

$$z_1^2 = \frac{\alpha_1(y_1^2 + y_3^2)^2 + \alpha_2}{\alpha_3(y_1^2 + y_3^2)^2 + \alpha_4} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

Folglich:

$$\frac{\alpha_1(y_1^2 + y_3^2)^2 + \alpha_2}{\alpha_3(y_1^2 + y_3^2)^2 + \alpha_4} = \frac{3}{4}(y_1^2 + y_3^2)^4 - \frac{1}{4}(3\varphi_2 + \varphi_4)(y_1^2 + y_3^2)^2 + \varphi_2\varphi_3^2$$

Identificirt man die Coefficienten in dieser Gleichung mit den entsprechenden Coefficienten in der oben angeführten Resolvente (4), so erhält man:

$$\left.\begin{aligned} &\frac{3}{4}\alpha_3 = k \\ &-\frac{1}{4}(3\varphi_2^2 + \varphi_4)\alpha_3 + \frac{3}{4}\alpha_4 = -(\varphi_2^2 - \varphi_4)k \\ &\varphi_2\varphi_3^2\alpha_3 - \frac{1}{4}(3\varphi_2^2 + \varphi_4)\alpha_4 - \alpha_1 = 4\varphi_2\varphi_3^2 k \\ &\varphi_2\varphi_3^2\alpha_4 - \alpha_2 = -4\varphi_3^4 k \end{aligned}\right\}$$

oder:

$$\left.\begin{aligned}\alpha_1 &= -\frac{4}{3}\left(\varphi_2^2\varphi_4 + \frac{1}{3}\varphi_4^2 + 2\varphi_2\varphi_3^2\right)k\\ \alpha_2 &= 4\varphi_3^2\left(\frac{4}{9}\varphi_2\varphi_4 + \varphi_3^2\right)k\\ \alpha_3 &= \frac{4}{3}k\\ \alpha_4 &= \frac{16}{9}\varphi_4 k\end{aligned}\right\}$$

wo k ein Factor ist, den man beliebig wählen kann. Für:

$$k = \frac{9}{4}$$

erhält man also:

$$\left.\begin{aligned}\alpha_1 &= -(3\varphi_2^2\varphi_4 + \varphi_4^2 + 6\varphi_2\varphi_3^2)\\ \alpha_2 &= \varphi_3^2(4\varphi_2\varphi_4 + 9\varphi_3^2)\\ \alpha_3 &= 3\\ \alpha_4 &= 4\varphi_4\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (7)$$

Wir führen ferner

$$z_2 = y_1^4 + y_3^4 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

ein.

Also ist

$$\begin{aligned}z_2 &= (y_1^2 + y_3^2)^2 - 2y_1^2y_3^2\\ &= (y_1^2 + y_3^2)^2 - \frac{1}{2}\left(\varphi_2 - \frac{\varphi_3^2}{(y_1^2 + y_3^2)^2}\right)^2\end{aligned}$$

Da $(y_1^2 + y_3^2)^2$ die Wurzel einer Gleichung dritten Grades ist, deren Coefficienten in φ_2, φ_3, φ_4 rational sind, kann ebenso z_2 sowohl in eine ganze rationale Function von $(y_1^2 + y_3^2)^2$ vom zweiten Grade in Hinsicht auf $(y_1^2 + y_3^2)^2$, mit Coefficienten, die in φ_2, φ_3, φ_4 rational sind, als auch in eine gebrochene in Hinsicht auf Zähler und Nenner lineare Function von $(y_1^2 + y_3^2)^2$, deren Coefficienten in φ_2, φ_3, φ_4 rational sind, übergeführt werden. Diese Coefficienten können ebenso wie im

vorhergehenden Falle dargestellt werden, und wir erhalten auf diese Weise:

$$z_2 = \frac{\varphi_2}{8\varphi_3^2}(y_1^2 + y_3^2)^4 - \frac{1}{8\varphi_3^2}(\varphi_2^3 - \varphi_4\varphi_2 - 7\varphi_3^2)(y_1^2 + y_3^2)^2 - \frac{1}{8}(\varphi_4 - \varphi_2^2)$$

$$z_2 = \frac{\alpha'_1(y_1^2 + y_3^2)^2 + \alpha'_2}{\alpha'_3(y_1^2 + y_3^2)^2 + \alpha'_4} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

$$\left.\begin{aligned}
&\frac{\varphi_2}{8\varphi_3^2}\alpha'_3 = k' \\
&-\frac{1}{8\varphi_3^2}(\varphi_2^3 - \varphi_2\varphi_4 - 7\varphi_3^2)\alpha'_3 + \frac{\varphi_2}{8\varphi_3^2}\alpha'_4 = -(\varphi_2^2 - \varphi_4)k' \\
&-\frac{1}{8}(\varphi_4 - \varphi_2^2)\alpha'_3 - \frac{1}{8\varphi_3^2}(\varphi_2^3 - \varphi_2\varphi_4 - 7\varphi_3^2)\alpha'_4 - \alpha'_1 = 4\varphi_2\varphi_3^2 k' \\
&-\frac{1}{8}(\varphi_4 - \varphi_2^2)\alpha'_4 - \alpha'_2 = -4\varphi_3^4 k'
\end{aligned}\right\}$$

oder

$$\left.\begin{aligned}
\alpha'_1 &= \frac{\varphi_3^2}{\varphi_2}(4\varphi_2^2 - 8\varphi_2\varphi_4 - 49\varphi_3^2)k' \\
\alpha'_2 &= \frac{\varphi_3^4}{\varphi_2^2}(7\varphi_4 - 3\varphi_2^2)k' \\
\alpha'_3 &= 8\frac{\varphi_3^4}{\varphi_2}k' \\
\alpha'_4 &= -56\frac{\varphi_3^4}{\varphi_2^2}k'
\end{aligned}\right\}$$

wo k' ein Factor ist, den man beliebig wählen kann.

Für

$$k' = \frac{\varphi_2^2}{\varphi_3^2}$$

erhält man unmittelbar

$$\left.\begin{aligned}
\alpha'_1 &= 4\varphi_2^3 - 8\varphi_4\varphi_2 - 49\varphi_3^2 \\
\alpha'_2 &= \varphi_3^2(7\varphi_4 - 3\varphi_2^2) \\
\alpha'_3 &= 8\varphi_2 \\
\alpha'_4 &= -56\varphi_3^2
\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

Aus (6) erhält man ferner

$$(y_1^2 + y_3^2)^2 = -\frac{\alpha_4 z_1^2 - \alpha_2}{\alpha_3 z_1^2 - \alpha_1} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

und aus (9)

$$(y_1^2 + y_3^2)^2 = -\frac{\alpha'_4 z_2 - \alpha'_2}{\alpha'_3 z_2 - \alpha'_1} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (12)$$

Die beiden letzten Gleichungen geben:

$$z_2 = \frac{\begin{vmatrix} \alpha'_1 \alpha'_2 \\ \alpha_3 \alpha_4 \end{vmatrix} z_1^2 + \begin{vmatrix} \alpha_1 \alpha_2 \\ \alpha'_1 \alpha'_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \alpha'_3 \alpha'_4 \\ \alpha_3 \alpha_4 \end{vmatrix} z_1^2 + \begin{vmatrix} \alpha_1 \alpha_2 \\ \alpha'_3 \alpha'_4 \end{vmatrix}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

und:

$$z_1^2 = \frac{\begin{vmatrix} \alpha_1 \alpha_2 \\ \alpha'_3 \alpha'_4 \end{vmatrix} z_2 + \begin{vmatrix} \alpha'_1 \alpha'_2 \\ \alpha_1 \alpha_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \alpha_3 \alpha_4 \\ \alpha'_3 \alpha'_4 \end{vmatrix} z_2 + \begin{vmatrix} \alpha'_1 \alpha'_2 \\ \alpha_3 \alpha_4 \end{vmatrix}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (14)$$

Also sind z_1^2 und z_2 eindeutig durch einander gegeben.

Führt man in der Gleichung (4) entsprechende Werthe aus (12) und (13) ein, so erhält man zwei andere Gleichungen vom dritten Grade, die eine in Hinsicht auf z_1^2 und die andere in Hinsicht auf z_2, in welchen alle Coefficienten in φ_2, φ_3, φ_4 rational sind:

$$C_0 z_1^6 + C_1 z_1^4 + C_2 z_1^2 + C_3 = 0 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (15)$$

$$C'_0 z_2^3 + C'_1 z_2^2 + C'_2 z_2 + C'_3 = 0 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (16)$$

Für die Coefficienten erhalten wir unmittelbar die folgenden Werthe:

$$\left.\begin{aligned} C_0 &= f(\alpha_4, -\alpha_3) \\ C_1 &= -\left(\frac{df(\alpha_4, -\alpha_3)}{d\alpha_3}\alpha_1 + \frac{df(\alpha_4, -\alpha_3)}{d\alpha_4}\alpha_2\right) \\ C_2 &= -\left(\frac{df(-\alpha_2, \alpha_1)}{d\alpha_1}\alpha_3 + \frac{df(-\alpha_2, \alpha_1)}{d\alpha_2}\alpha_4\right) \\ C_3 &= f(-\alpha_2, \alpha_1) \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (17)$$

und

$$\left.\begin{aligned} C'_0 &= f(\alpha'_4, -\alpha'_3) \\ C'_1 &= -\left(\frac{df(\alpha'_4, -\alpha'_3)}{d\alpha'_3}\alpha'_1 + \frac{df(\alpha'_4, -\alpha'_3)}{d\alpha'_4}\alpha'_2\right) \\ C'_2 &= -\left(\frac{df(-\alpha'_2, \alpha'_1)}{d\alpha'_1}\alpha'_3 + \frac{df(-\alpha'_2, \alpha'_1)}{d\alpha'_2}\alpha'_4\right) \\ C'_3 &= f(-\alpha'_2, \alpha'_1) \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (18)$$

wo

$$f(x, y) = x^3 - (\varphi_2^2 - \varphi_4)x^2y + 4\varphi_2\varphi_3^2xy^2 - 4\varphi_3^2y^3 \quad . \quad . \quad (19)$$

Mittelst der drei Wurzeln aus (15) oder aus (16) könnten nun y_1, y_2, y_3 algebraisch bestimmt werden. Die Gleichungen (15) geben uns nämlich nicht nur:

$$(y_1^4 - y_3^4)^2 = -4^3(x_0 - x_2)^2(x_1 - x_3)^2\left\{(x_0 - x_2)^2 - (x_1 - x_3)^2\right\}^2$$

sondern auch

$$y_2^2((1+i)y_1 + (1-i)y_3)^2\left\{y_2^2 - \frac{1}{4}((1+i)y_1 + (1-i)y_3)^2\right\}^2$$
$$= -4^3(x_0 - x_1)^2(x_2 - x_3)^2\left\{(x_0 - x_1)^2 - (x_2 - x_3)^2\right\}^2$$

und

$$y_2^2((1-i)y_1 + (1+i)y_3)^2\left\{y_2^2 - \frac{1}{4}((1-i)y_1 + (1+i)y_3)^2\right\}^2$$
$$= -4^3(x_0 - x_3)^2(x_2 - x_1)^2\left\{(x_0 - x_3)^2 - (x_2 - x_1)^2\right\}^2$$

als Wurzel.

Ebenso giebt die Gleichung (16) die Wurzeln:

$$(y_1^4 + y_3^4) = 2(x_0 - x_2)^4 - 12(x_0 - x_2)^2(x_1 - x_3)^2 + 2(x_1 - x_3)^4$$

$$((1+i)y_1 + (1-i)y_3)^2y_2^2 - \frac{1}{2}\left\{y_2^2 + \frac{1}{4}((1+i)y_1 + (1-i)y_3)^2\right\}^2$$
$$= 2(x_0 - x_1)^4 - 12(x_0 - x_1)^2(x_2 - x_3)^2 + 2(x_2 - x_3)^4$$

[1]) Die Gleichung (4) unter binärer Form.

$$((1-i)y_1+(1+i)y_3)^2y_2^2-\frac{1}{2}\left\{y_2^2+\frac{1}{4}((1-i)y_1+(1+i)y_3)^2\right\}^2$$

$$=2(x_0-x_3)^4-12(x_0-x_3)^2(x_2-x_1)^2+2(x_2-x_1)^4\ ^{1)}$$

Indessen will ich in dem Folgenden eine andere Methode anwenden um aus der Resolvente (15) oder auch aus (16) y_1, y_2, y_3 darzustellen.

Zuerst erhalten wir aus (8) und (5) unmittelbar

$$\left.\begin{aligned} y_1^4 &= \frac{1}{2}(z_2+z_1) \\ \text{und} \\ y_3^4 &= \frac{1}{2}(z_2-z_1) \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ (20)$$

Ferner erhält man aus

$$z_1^2=\frac{\alpha_1(y_1^2+y_3^2)^2+\alpha_2}{\alpha_3(y_1^2+y_3^2)^2+\alpha_4}$$

$$(y_1^2+y_3^2)^2=\frac{\varphi_3^2}{y_2^2}=-\frac{\alpha_4z_1^2-\alpha_2}{\alpha_3z_1^2-\alpha_1}$$

oder:

$$y_2^2=-\varphi_3^2\frac{\alpha_3z_1^2-\alpha_1}{\alpha_4z_1^2-\alpha_2}$$

Da z_1^2 die Wurzel einer Gleichung dritten Grades ist, mit Coefficienten, die in φ_2, φ_3, φ_4 rational sind, kann man also immer:

$$y_2^2=c_0z_1^4+c_1z_1^2+c_2\,, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ (21)$$

[1]) Ich bin darauf aufmerksam gemacht worden, dass ich in »En metod för upplösningen af likheter af fjerde graden» Acta Societatis Scient. Fennicae Tom XII Pag. 657 einen Fehler begangen habe, indem die Wurzeln der Gleichung (9) Pag. 656 nicht

$$\pm y_2\,,\ \mp i^{-k}y_1\,,\ \mp i^{-3k}y_3$$

sondern

$$\pm y_2\,,\ \pm\left((1+i)y_1+(1-i)y_3\right),\ \pm\left((1-i)y_1+(1+i)y_3\right)$$

sind.

Die beiden hieraus hergeleiteten Gleichungen in Pag. 657 müssen also eine andere Form erhalten. Irgend eine weitere Einwirkung auf die Resultate hat dieses aber nicht.

schreiben, wo c_0, c_1, c_2 ebenso in φ_2, φ_3, φ_4 rational sind, und wir erhalten:

$$\left.\begin{aligned} c_0\alpha_4 &= C_0 K \\ c_1\alpha_4 - c_0\alpha_2 &= C_1 K \\ c_2\alpha_4 - c_1\alpha_2 + \varphi_3^2\alpha_3 &= C_2 K \\ - c_2\alpha_2 + \varphi_3^2\alpha_1 &= C_3 K \end{aligned}\right\}$$

Hieraus erhält man, wenn wir:

$$D = \begin{vmatrix} \alpha_1 \alpha_3 \\ \alpha_2 \alpha_4 \end{vmatrix} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (22)$$

setzen,
und

$$F(x, y) = C_0 x^3 + C_1 x^2 y + C_2 x y^2 + C_3 y^3 \;{}^{1)} \quad \ldots\ldots \quad (23)$$

$$K = -\frac{\alpha_4^2}{F(\alpha_2, \alpha_4)} D\varphi_3^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (24)$$

$$\left.\begin{aligned} c_0 &= -\frac{\alpha_4 C_0}{F(\alpha_2, \alpha_4)} D\varphi_3^2 \;{}^{2)} \\ c_1 &= -\frac{\alpha_2 C_0 + \alpha_4 C_1}{F(\alpha_2, \alpha_4)} D\varphi_3^2 \\ \alpha_2(c_2 + \alpha_1\varphi_3^2) &= \frac{\alpha_4^2 C_3}{F(\alpha_2, \alpha_4)} D\varphi_3^2 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (25)$$

Auf eine ganz gleiche Weise können wir y_2^2 bestimmen, als eine ganze Function vom zweiten Grade in Hinsicht auf die Wurzel der Resolvente (16), deren Coefficienten in φ_2, φ_3, φ_4 rational sind, und bekommen hierdurch

$$y_2^2 = c'_0 z_2^2 + c'_1 z_2 + c'_3 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (26)$$

$$D' = \begin{vmatrix} \alpha'_1 \alpha'_2 \\ \alpha'_3 \alpha'_4 \end{vmatrix} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (27)$$

$$F_1(x, y) = C'_0 x^3 + C'_1 x^2 y + C'_2 x y^2 + C'_3 y^3 \;{}^{3)} \quad \ldots\ldots \quad (28)$$

---

[1]) Die Gleichung (15) unter binärer Form.

[2]) Wäre $F(\alpha_2, \alpha_4) = 0$, so hätte man $z_1^2 = \frac{\alpha_2}{\alpha_4}$.

[3]) Die Gleichung (16) unter binärer Form.

$$\left.\begin{aligned} K' &= -\frac{\alpha'^2_4}{F_1(\alpha'_2, \alpha'_4)} D'\varphi_3^2 \text{ [1]} \\ c'_0 &= -\frac{\alpha'_4 C'_0}{F_1(\alpha'_2, \alpha'_4)} D'\varphi_3^2 \\ c'_1 &= -\frac{\alpha'_2 C'_0 + \alpha'_4 C'_1}{F_1(\alpha'_2, \alpha'_4)} D'\varphi_3^2 \\ \alpha'_2(c'_2 + \alpha'_1\varphi_3^2) &= \frac{\alpha'^2_4 C'_3}{F_1(\alpha'_2, \alpha'_4)} D'\varphi_3^2 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (29)$$

Wir haben also y_1 und y_3 als eine vierte Wurzel und y_2 als eine Quadratwurzel aus einer ganzen rationalen Function einer beliebigen von den Wurzeln der Resolvente (15) oder der Resolvente (16) dargestellt. Man muss hierbei bemerken, dass wenn z_1 sein Zeichen ändert, y_1 in y_3 übergeht.

Es ist also nur noch übrig zu untersuchen, welche von den erhaltenen Werthen von y_1, y_2, y_3 man zusammenstellen muss, um wirklich die Wurzeln der Gleichung zu erhalten.

Aus

$$4x_k = y_0 + i^{-k}\sqrt[4]{\frac{1}{2}(z_2 + z_1)} + i^{-2k}\sqrt{c_0 z_1^4 + c_1 z_1^2 + c_2} + i^{-3k}\sqrt[4]{\frac{1}{2}(z_2 - z_1)}$$

$$k = 0, 1, 2, 3$$

oder

$$4x_k = y_0 + i^{-k}\sqrt[4]{\frac{1}{2}(z_2 + z_1)} + i^{-2k}\sqrt{c'_0 z_2^2 + c'_1 z_2 + c'_2} + i^{-3k}\sqrt[4]{\frac{1}{2}(z_2 - z_1)}$$

$$k = 0, 1, 2, 3$$

ergibt sich, dass nachdem y_1 einmal festgestellt ist, y_3 und y_2 eindeutig bestimmt sind; aber dass es für die Darstellung von y_1 willkührlich ist, welche von den vierten Wurzeln man wählt, oder welche von den Wurzeln der Resolvente für die Darstellung derselben zu Grunde gelegt wird. Ebenso gilt es in Hinsicht von y_3, dass einem gewissen der Werthe von y_3 eindeutig bestimmte Werthe von y_1 und y_2 entsprechen.

---

[1]) Wäre $F_1(\alpha'_2, \alpha'_4) = 0$, so hätte man $z_2 = \frac{\alpha'_2}{\alpha'_4}$.

während y_3 willkührlich gewählt werden kann unter den Werthen, die diese Grösse überhaupt annehmen kann.

Ist dagegen y_2 gegeben, so entsprechen diesem Werthe von y_2 zwei Werthe von y_1 und also auch zwei Werthe von y_3, welche, mit einander und mit diesem Werthe von y_2 zusammengestellt, zwei Wurzeln für die Gleichung des vierten Grades geben.

Zuzammenstellung obiger Formeln.

$$\prod_{k=0}^{k=3}(x - x_k) = x^4 - f_1 x^3 + f_2 x^2 - f_3 x + f_4 = 0$$

$$\left.\begin{aligned} \varphi_2 &= 3f_1^2 - 8f_2 \\ \varphi_3 &= 2f_1^3 - 8f_1 f_2 + 4^2 f_3 \\ \varphi_4 &= -3f_1^4 + 4^2 f_1^2 f_2 - 4^3 f_1 f_3 + 4^4 f_4 \end{aligned}\right\}$$

$$\left.\begin{aligned} \alpha_1 &= -(3\varphi_2^2\varphi_4 + \varphi_4^2 + 6\varphi_2\varphi_3^2) \\ \alpha_2 &= \varphi_3^2(4\varphi_2\varphi_4 + 9\varphi_3^2) \\ \alpha_3 &= 3 \\ \alpha_4 &= 4\varphi_4 \end{aligned}\right\}$$

$$\left.\begin{aligned} \alpha'_1 &= 4\varphi_2^3 - 8\varphi_4\varphi_2 - 49\varphi_3^2 \\ \alpha'_2 &= \varphi_3^2(7\varphi_4 - 3\varphi_2^2) \\ \alpha'_3 &= 8\varphi_2 \\ \alpha'_4 &= -56\varphi_3^2 \end{aligned}\right\}$$

I.

$$C_0 z_1^6 + C_1 z_1^4 + C_2 z_1^2 + C_3 = 0$$

$$\left.\begin{aligned} C_0 &= f(\alpha_4, -\alpha_3) \\ C_1 &= -\left(\frac{df(\alpha_4, -\alpha_3)}{d\alpha_3}\alpha_1 + \frac{df(\alpha_4, -\alpha_3)}{d\alpha_4}\alpha_2\right) \\ C_3 &= -\left(\frac{df(-\alpha_2, \alpha_1)}{d\alpha_1}\alpha_3 + \frac{df(-\alpha_2, \alpha_1)}{d\alpha_2}\alpha_4\right) \\ C_3 &= f(-\alpha_2, \alpha_1) \end{aligned}\right\}$$

$$f(x, y) = x^3 - (\varphi_2^2 - \varphi_4)x^2 y + 4\varphi_2\varphi_3^2 xy^2 - 4\varphi_3^4 y^3$$

$$z_2 = \frac{\begin{vmatrix} \alpha'_1\alpha'_2 \\ \alpha_3\alpha_4 \end{vmatrix} z_1^2 + \begin{vmatrix} \alpha_1\alpha_2 \\ \alpha'_1\alpha'_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \alpha'_3\alpha'_4 \\ \alpha_3\alpha_4 \end{vmatrix} z_1^2 + \begin{vmatrix} \alpha_1\alpha_2 \\ \alpha'_3\alpha'_4 \end{vmatrix}}$$

$$D = \begin{vmatrix} \alpha_1\alpha_2 \\ \alpha_3\alpha_4 \end{vmatrix}$$

$$F(x, y) = C_0 x^3 + C_1 x^2 y + C_2 xy^2 + C_3 y^3$$

$$\left.\begin{aligned} c_0 &= -\frac{\alpha_4 C_0}{F(\alpha_2, \alpha_4)} D\varphi_3^2 \\ c_1 &= -\frac{\alpha_2 C_0 + \alpha_4 C_1}{F(\alpha_2, \alpha_4)} D\varphi_3^2 \\ \alpha_2(c_2 + \alpha_1\varphi_3^2) &= \frac{\alpha_4^2 C_3}{F(\alpha_2, \alpha_4)} D\varphi_3^2 \end{aligned}\right\}$$

$$4x_k = y_0 + i^{-k}\sqrt[4]{\frac{1}{2}(z_2 + z_1)} + i^{-2k}\sqrt{c_0 z_1^4 + c_1 z_1^2 + c_2} + i^{-3k}\sqrt[4]{\frac{1}{2}(z_2 - z_1)}$$

$k = 0, 1, 2, 3.$

II.

$$C'_0 z_2^3 + C'_1 z_2^2 + C''_2 z_2 + C'_3 = 0$$

$$\left.\begin{aligned}
C'_0 &= f(\alpha'_4, -\alpha'_3) \\
C'_1 &= -\left(\frac{df(\alpha'_4, -\alpha'_3)}{d\alpha'_3}\alpha'_1 + \frac{df(\alpha'_4, -\alpha'_3)}{d\alpha'_4}\alpha'_2\right) \\
C'_2 &= -\left(\frac{df(-\alpha'_2, \alpha'_1)}{d\alpha'_1}\alpha'_3 + \frac{df(-\alpha'_2, \alpha'_1)}{d\alpha'_2}\alpha'_4\right) \\
C'_3 &= f(-\alpha'_2, \alpha'_1)
\end{aligned}\right\}$$

$$f(xy) = x^3 - (\varphi_2^2 - \varphi_4)x^2 y + 4\varphi_2\varphi_3^2 xy^2 - 4\varphi_3^4 y^3$$

$$z_1^2 = \frac{\begin{vmatrix}\alpha_1\alpha_2 \\ \alpha'_3\alpha'_4\end{vmatrix} z_2 + \begin{vmatrix}\alpha'_1\alpha'_2 \\ \alpha_1\alpha_2\end{vmatrix}}{\begin{vmatrix}\alpha_3\alpha_4 \\ \alpha'_3\alpha'_4\end{vmatrix} z_2 + \begin{vmatrix}\alpha'_1\alpha'_2 \\ \alpha_3\alpha_4\end{vmatrix}}$$

$$D = \begin{vmatrix}\alpha'_1\alpha'_2 \\ \alpha'_3\alpha'_4\end{vmatrix}$$

$$F_1(x, y) = C'_0 x^3 + C'_1 x^2 y + C'_2 xy^2 + C'_3 y^3$$

$$c'_0 = -\frac{\alpha'_4 C'_0}{F_1(\alpha'_2, \alpha'_4)} D'\varphi_3^2$$

$$c'_1 = -\frac{\alpha'_2 C'_0 + \alpha'_4 C'_1}{F_1(\alpha'_2, \alpha'_4)} D'\varphi_3^2$$

$$\alpha'_2(c'_2 + \alpha'_1\varphi_3^2) = \frac{\alpha'^2_4 C'_3}{F_1(\alpha'_2, \alpha'_4)} D'\varphi_3^2$$

$$4x_k = y_0 + i^{-k}\sqrt[4]{\frac{1}{2}(z_2 + z_1)} + i^{-2k}\sqrt{c'_0 z_2^2 + c'_1 z_2 + c'_2} + i^{-3k}\sqrt[4]{\frac{1}{2}(z_2 - z_1)}$$

$k = 0, 1, 2, 3$.



BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 9. N:o 5.

DÉMONSTRATION DU THÉORÈME DE CAUCHY

PAR

E. GOURSAT.

(EXTRAIT D'UNE LETTRE ADRESSÉE A MR. CH. HERMITE).

—

NOTE COMMUNIQUÉE A L'ACAD. R. DES SCIENCES DE SUÈDE LE 12 DÉCEMBRE 1883.



STOCKHOLM, 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Voici une démonstration du théorème de CAUCHY, qui me paraît un peu plus simple que les démonstrations habituelles. Elle repose uniquement sur la définition de la dérivée et sur cette remarque que les intégrales définies $\int dz$, $\int z dz$, prises le long d'un contour fermé quelconque, sont nulles.

Soit $f(z)$ une fonction de la variable complexe z, uniforme et continue, ainsi que sa première dérivée $f'(z)$, à l'intérieur d'une aire A limitée par un contour fermé C, simple ou multiple, et sur ce contour lui-même; j'admettrai de plus que ce contour a une *longueur* finie. Imaginons que l'on partage l'aire A en parties plus petites par des parallèles équidistantes à deux directions rectangulaires; l'intégrale $\int f(z)dz$, prise le long du contour total dans le sens direct, est égale à la somme des intégrales $\int f(z)dz$, prises dans le même sens le long du contour de chacune des parties en lesquelles on a subdivisé l'aire A. Il suffit de remarquer qu'en ajoutant ces dernières, les parties de l'intégrale qui proviennent des lignes auxiliaires se détruisent, comme étant prises deux fois dans des sens différents, et il reste l'intégrale $\int f(z)dz$, prise le long du contour total. Soit C_i le contour de l'une de ces parties; on aura

$$(1) \qquad \int_{(C)} f(z)dz = \sum \int_{(C_i)} f(z)dz.$$

Les parties a_i sont de deux sortes; les unes sont des carrés, les autres sont limitées, en partie par des lignes droites,

en partie par des arcs du contour C. Je considère d'abord un carré, tel que *abcd* et un point z_i à l'intérieur. Le long du contour de ce carré, on a

$$\frac{f(z)-f(z_i)}{z-z_i}=f'(z_i)+\varepsilon,$$

ou

$$f(z)=f(z_i)+f'(z_i)(z-z_i)+\varepsilon(z-z_i);$$

par suite

$$\int_{(C_i)} f(z)dz=\left(f(z_i)-z_i f'(z_i)\right)\int_{(C_i)} dz+f'(z_i)\int_{(C_i)} z dz+\int_{(C_i)} \varepsilon(z-z_i)dz.$$

Les deux premières intégrales étant nulles, d'après la remarque faite au début, il reste

$$\int_{(C_i)} f(z)dz=\int_{(C_i)} \varepsilon(z-z_i)dz.$$

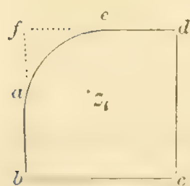
Soit l la distance de deux parallèles voisines et ε_i la valeur maximum du module de ε le long du contour du carré *abcd*, on sait que

$$\text{Mod.}\left(\int_{(C_i)} f(z)dz\right)<\int_{(C_i)} \varepsilon_i l\sqrt{2}\,ds=4\varepsilon_i l^2\sqrt{2}.$$

En appelant A_i l'aire de ce carré, on aura

(2) $$\text{Mod.}\left(\int_{(C_i)} f(z)dz\right)<4\varepsilon_i\sqrt{2}A_i.$$

Prenons en second lieu un polygone curviligne tel que *abcde* et un point z_i à l'intérieur. On aura encore



$$\int_{(C_i)} f(z)dz=\int_{(C_i)} \varepsilon(z-z_i)dz,$$

et par suite

$$\text{Mod.}\left(\int_{(C_i)} f(z)dz\right) < \varepsilon_i l\sqrt{2}\int_{(C_i)} ds = \varepsilon_i l\sqrt{2}(4l + arc \, . \, ac),$$

ou

$$\text{(3)} \qquad \text{Mod.}\left(\int_{(C_i)} f(z)dz\right) < 4\varepsilon_i\sqrt{2}B_i + \varepsilon_i l\sqrt{2}\, arc \, . \, ae,$$

en appelant encore ε_i la valeur maximum de ε et B_i l'aire du carré *abcdef*. En ajoutant toutes les inégalités (2) et (3) et désignant par η la valeur maximum des ε_i, on a *à fortiori*

$$\text{Mod.}\left(\int_{(C)} f(z)\,dz\right) < \eta\sqrt{2}\,(4\mathbf{A} + lS),$$

où **A** désigne la somme des aires des carrés qui ont une partie à l'intérieur de l'aire A et S la longueur totale du contour C. On voit que le second membre est le produit d'un facteur qui a une limite supérieure finie par un facteur $\eta\sqrt{2}$ qui peut être rendu aussi petit qu'on le voudra. Or le premier membre a une valeur déterminée; donc on doit avoir

$$\int_{(C)} f(z)dz = 0.$$

A la vérité, la démonstration suppose, pour être rendue absolument rigoureuse, que l'on peut prendre la longueur l assez petite pour que tous les modules des quantités désignées par ε soient constamment moindres qu'un nombre donné à l'avance, aussi petit qu'on le voudra. C'est ce qui résulte des hypothèses faites sur $f(z)$ et sa dérivée. En effet, cette dérivée étant supposée continue à l'intérieur de l'aire A et sur le contour lui-même, on sait, qu'étant donnée une quantité positive σ, arbitrairement choisie, on pourra toujours trouver une autre quantité positive δ telle que

$$\text{Mod.}\left(\frac{f(z+h)-f(z)}{h} - f'(z)\right) < \sigma,$$

dès que le module de h ne surpasse pas δ, et cela pour toutes les valeurs de z considérées. Il suffira donc de prendre $l < \frac{\delta}{\sqrt{2}}$ pour qu'on soit sûr que les modules de toutes les quantités ε sont moindres que σ, et la démonstration devient entièrement rigoureuse.

Toulouse, Novembre 1883.

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 9. N:o 6.

Meddelande från Stockholms Högskola N:o 14.

SUR
LA PUISSANCE DES ENSEMBLES PARFAITS DE POINTS

PAR

IVAR BENDIXSON.

NOTE COMMUNIQUÉE A L'ACAD. ROY. DES SCIENCES DE SUÈDE LE 12 DÉCEMBRE 1883.



STOCKHOLM, 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Du théorème prouvé par moi au tome II, page 419, des Acta Mathem., on sait que si P' possède une puissance supérieure à la première, on a $P' \equiv R + P^{(\Omega)}$, où R est ou de la première puissance ou fini, mais où $P^{(\Omega)}$ est un ensemble parfait. On voit donc de suite que l'étude de la puissance des ensembles P' se réduit à l'étude de la puissance des ensembles parfaits, sujet qui sera traité dans les pages suivantes, où je montrerai que tous les ensembles parfaits de points situés dans un espace continu à n dimensions, ont la même puissance, savoir celle de l'intervalle $0 \ldots\ldots 1$.

Pour fournir cette démonstration, je partagerai le théorème dans les deux suivants:

Théorème A.

»*Tous les ensembles linéaires parfaits ont la puissance de l'intervalle continu* $0 \ldots\ldots 1$.

Théorème B.

»*Tous les ensembles parfaits situés dans un espace continu à n dimensions, ont la puissance de l'intervalle continu* $0 \ldots\ldots 1$.

Avant de commencer la preuve du théorème A, j'énoncerai un théorème auxiliaire dont j'aurai besoin ci-dessous: [1])

»Si P a une puissance plus grande que la première, et si Q est un ensemble de points de la première puissance, P et Q n'ayant pas de points communs, on sait que $P+Q$ a la même puissance que P.»

Soit en effet P_1 une partie intégrante de P et appartenant à la première puissance. P_1 étant alors de la même puissance que P_1+Q on sait que $(P-P_1)+P_1$ a la même puissance que $(P-P_1)+P_1+Q$ ou, en d'autres termes, que P a la même puissance que $P+Q$.

[1]) La preuve en a été donnée par M. Cantor. Voir Acta Mat., Tome II, pag 320.

On prouve de la même manière que:

»Si P a une puissance plus grande que la première, et si Q en est une partie intégrante, mais de la première puissance, $P—Q$ a la même puissance que P.»

Si nous passons maintenant à la preuve du théorème A, il y a lieu d'observer préalablement qu'il existe deux classes fondamentales d'ensembles linéaires parfaits savoir ceux qui ne forment nulle part d'espace continu, et ceux qui forment partout un espace continu dont l'intervalle continu $0 \ldots\ldots 1$ est un représentant. Tous les autres ensembles linéaires parfaits en sont composés.

Je vais donc étudier d'abord la puissance d'un ensemble linéaire parfait qui ne forme nulle part un espace continu.

J'ai prouvé (Acta Mathematica, Tome II, pag 427) que:

»Chaque ensemble parfait S qui ne forme nulle part d'espace continu, et qui est situé dans un espace continu à une seule dimension, peut être exprimé comme le premier ensemble dérivé d'un ensemble de la première puissance Q, dont les points sont les points extrêmes d'étendues en dedans desquelles ne tombe aucun point de S.»

S étant situé dans l'intervalle $a \ldots b$ $(a < b)$ de l'axe réel et α, β $(\alpha < \beta)$ étant deux points de S constituant les points extrêmes d'une étendue quelconque dans la quelle il n'existepas de points de S, je désigne par Q_α l'ensemble de tous les points α, et par Q_β celui de tous les points β. Je sais donc que $Q'_\alpha \equiv S \equiv Q'_\beta$.

C'est cette circonstance qui m'a conduit à la pensée que les points de Q_β (ou Q_α) jouent par rapport aux points de $S - Q_\beta$, un rôle analogue à celui des nombres rationnels par rapport aux nombres irrationnels.

Sachant que chaque nombre de l'intervalle $0 \ldots . 1$ peut s'exprimer comme la limite d'une série de nombres

$$(1) \qquad \frac{\nu_1}{2^{\mu_1}}, \frac{\nu_2}{2^{\mu_2}}, \ldots . \frac{\nu_\lambda}{2^{\mu_\lambda}} \ldots \text{ où } \mu_1 < \mu_2 \ldots < \mu_\lambda \ldots$$

et $\frac{\nu_1}{2^{\mu_1}} < \frac{\nu_2}{2^{\mu_2}} < \cdots\cdot < \frac{\nu_\lambda}{2^{\mu_\lambda}} \cdots$, j'ai essayé d'établir entre les points de Q_β et ceux de la forme $\frac{\nu}{2^\mu}$ une correspondance complète de façon qu'à la série $\frac{\nu_1}{2^{\mu_1}}, \frac{\nu_2}{2^{\mu_2}}, \ldots\ldots \frac{\nu_\lambda}{2^{\mu_\lambda}} \ldots .$ corresponde

une série de points de Q_β $\beta_{\nu_1}^{(\mu_1)}$, $\beta_{\nu_2}^{(\mu_2)}$ ..... $\beta_{\nu_\lambda}^{(\mu_\lambda)}$ ..... telle que $\beta_{\nu_1}^{(\mu_1)} < \beta_{\nu_2}^{(\mu_2)} < \ldots\ldots < \beta_{\nu_\lambda}^{(\mu_\lambda)} \ldots\ldots$, que leur point-limite soit un point de $S - Q_\beta$ et qu'à une série des $\beta_\nu^{(\mu)}$, dont la limite supérieure est un point de $S - Q_\beta$, corresponde une série des $\frac{\nu}{2^\mu}$ déterminant par sa limite un point de l'intervalle 0 ..... 1.

Je rangerai donc d'abord les nombres $\frac{\nu}{2^\mu}$ d'une manière fixe, pour donner ensuite un arrangement analogue aux points de Q_β.

Je désignerai:

{Par $b_1^{(1)}$ le nombre $\frac{1}{2}$;

{Par $b_1^{(2)}$ .... $\frac{1}{2^2}$;
» $b_2^{(2)}$ .... $\frac{3}{2^2}$;

{Par $b_1^{(3)}$ .... $\frac{1}{2^3}$;
» $b_2^{(3)}$ .... $\frac{3}{2^3}$;
» $b_3^{(3)}$ .... $\frac{5}{2^3}$;
» $b_4^{(3)}$ .... $\frac{7}{2^3}$;

....
....
....

{Par $b_1^{(\mu)}$ .... $\frac{1}{2^\mu}$;
» $b_2^{(\mu)}$ .... $\frac{3}{2^\mu}$;
....
....
Par $b_\nu^{(\mu)}$ ..... $\frac{2\nu - 1}{2^\mu}$;
....
....
Par $b_{2^\mu-1}^{(\mu)}$ .... $\frac{2^\mu - 1}{2^\mu}$;

....
....

Je vois alors qu'à chaque nombre de l'intervalle continu 0...1 je puis faire correspondre une série des $b_\nu^{(\mu)}$

$$b_{\nu_1}^{(\mu_1)},\ b_{\nu_2}^{(\mu_2)},\ \ldots\ b_{\nu_\lambda}^{(\mu_\lambda)}\ldots\ (\mu_1<\mu_2\ldots)$$

telle, que $b_{\nu_1}^{(\mu_1)} < b_{\nu_2}^{(\mu_2)} \ldots\ldots < b_{\nu_\lambda}^{(\mu_\lambda)} \ldots$ et que la limite supérieure des nombres de la série est égale au nombre en question.

Soit S donné dans l'intervalle $a \ldots b$ de l'axe réel. Avant de faire subir un arrangement analogue aux points de Q_β je me permettrai quelques observations. En disant d'une étendue $\alpha \ldots \beta$, (α et β ayant la même signification que ci-dessus) qu'elle tombe tout à fait à l'intérieur d'un intervalle $\gamma \ldots \delta$ ($\gamma<\delta$), je veux dire par là que $\gamma<\alpha<\beta<\delta$.

Il est donc évident que les *longueurs* de toutes les étendues $\alpha \ldots \beta$ situées tout à fait à l'intérieur d'un intervalle quelconque $\gamma \ldots \delta$ ($\alpha<\gamma<\delta<\beta$), ont une limite supérieure $g_{\gamma,\delta}$. Il est tout aussi évident qu'il existe des étendues dont la grandeur est égale à cette limite.

Par la première étendue de l'intervalle $\gamma \ldots \delta$ ($a \leqq \gamma < \delta \leqq b$), je définis celle des étendues $\alpha \ldots \beta$ situées tout à fait à l'intérieur de $\gamma \ldots \delta$ ayant une longueur égale à $g_{\gamma,\delta}$, dont les points extrêmes ont les moindres valeurs d'abscisse.

Par le premier des points Q_β situé dans un intervalle donné, je désigne le point de Q_β qui est un point extrême de la première étendue du dit intervalle.

Désignons donc:

{Par $\beta_1^{(1)}$ le premier point de Q_β situé dans $a \ldots\ldots b$.

{Par $\beta_1^{(2)}$ . . . . $a \ldots \beta_1^{(1)}$;
{ » $\beta_2^{(2)}$ . . . . $\beta_1^{(1)} \ldots\ldots b$.

{Par $\beta_1^{(3)}$ . . . . $a \ldots \beta_1^{(2)}$;
{ » $\beta_2^{(3)}$ . . . . $\beta_1^{(2)} \ldots \beta_1^{(1)}$;
{ » $\beta_3^{(3)}$ . . . . $\beta_1^{(1)} \ldots \beta_2^{(2)}$;
{ » $\beta_4^{(3)}$ . . . . $\beta_2^{(2)} \ldots\ldots b$;

. . . .

. . . .

{Par $\beta_1^{(\mu)}$ le premier point de Q_β situé dans $a \ldots \beta_1^{(\mu-1)}$;
{ » $\beta_2^{(\mu)}$ . . . . $\beta_1^{(\mu-1)} \ldots \beta_1^{(\mu-2)}$;
{. . . . .
{. . . . .
{Par $\beta_{2\nu}^{(\mu)}$ le premier point de Q_β situé dans $\beta_\nu^{(\mu-1)} \ldots \beta_\varsigma^{(\varsigma)}$

(où $\beta_\varsigma^{(\gamma)}$ est le plus petit des $\beta_\chi^{(\lambda)}$ ($\lambda = 1, 2 \ldots \mu - 1$) situés dans $\beta_\nu^{(\mu-1)} \ldots \beta$);

Par $\beta_{2\nu+1}^{(\mu)}$ . . . . $\beta_\varsigma^{(\gamma)} \ldots \beta_{\nu+1}^{(\mu-1)}$

. . . .

. . . .

Par $\beta_{2\mu-1}^{(\mu)}$ . . . . $\beta_{2\mu-2}^{(\mu-1)} \ldots b$

. . . .

. . . .

Cet arrangement des points de Q opéré, je dois d'abord prouver que chaque point de Q y occupe une place déterminée. Or cette preuve est facile.

Car, soit β' un point quelconque de Q_β. L'étendue dont β' est le point extrême a donc une longueur déterminée l. Il existe par conséquent un nombre fini des étendues $\alpha \ldots \beta$ dont la longueur est supérieure ou égale à l. Soit m ce nombre. — On voit dès lors immédiatement que le point β' est nécessairement un des points $\beta_\nu^{(\mu)}$ pour lesquels $\mu = 1, 2 \ldots m$, $\nu = 1, \ldots 2^{\mu-1}$. De cette observation on conclut aussi qu'en prenant m assez grand, on a l'étendue appartenant au point $\beta_\nu^{(\mu)}$ ($\mu > m$) inférieur à δ, δ étant aussi petit que l'on voudra.

Je vais maintenant prouver qu'il existe une correspondance complète entre les $\beta_\nu^{(\mu)}$ et les $b_\nu^{(\mu)}$, de sorte que m_1 m_2 n_1 n_2 étant quatre nombres entiers quelconques tels que $n_1 \leqq 2^{m_1-1}$, $n_2 \leqq 2^{m_2-1}$, $\beta_{n_1}^{(m_1)}$ est plus grand ou plus petit que $\beta_{n_2}^{(m_2)}$, selon que $b_{n_1}^{(m_1)}$ est plus grand ou plus petit que $b_{n_2}^{(m_2)}$.

En supposant ce théorème vrai pour $m_1 \leqq m \geqq m_2$, je démontrerai qu'il est également vrai pour $m_1 \leqq m + 1 \geqq m_2$.

Soient donc $m_1 \leqq m + 1 \geqq m_2$ et $n_1 \leqq 2^{m_1-1}$, $n_2 \leqq 2^{m_2-1}$. Dans le cas où ni m_1 ni m_2 ne sont égaux à $m + 1$, le theorème est vrai d'après notre supposition. Restent donc les trois cas suivants:

1) $m_1 = m_2 = m + 1$
2) $m_1 < m_2 = m + 1$
3) $m_2 < m_1 = m + 1$

Dans le premier cas, on voit de suite que n_1 est $>$ ou $<$ n_2, selon que $b_{n_1}^{(m+1)} >$ ou $< b_{n_2}^{(m+1)}$. Mais $\beta_{n_1}^{(m+1)}$ est $>$ ou $< \beta_{n_2}^{(m+1)}$ selon que $n_1 >$ ou $< n_2$, ce qui démontre le théorème.

Le second cas, et le troisième se traitent de la manière suivante.

Soit par exemple $m_2 = m + 1$. Il existe donc un nombre entier λ tel, que $b_\lambda^{(m+1)} < b_{n_1}^{(m_1)} < b_{\lambda+1}^{(m+1)}$, d'où l'on conclut que le nombre des quantités $b_\nu^{(m+1)}$ qui sont $> b_{n_1}^{(m_1)}$, est égal à $2^m - \lambda$. Or à chaque nombre $b_\nu^{(\mu)} > b_{n_1}^{(m_1)}$ $(\mu = 1, 2 \ldots . m)$ correspond, selon notre supposition, une quantité $\beta_\nu^{(\mu)} > \beta_{n_1}^{(m_1)}$.

On voit donc que le nombre des quantités $b_\nu^{(\mu)}$ pour $\mu = 1, 2 \ldots m$ qui sont plus grandes que $b_{n_1}^{(m_1)}$ est égal au nombre des quantités $\beta_\nu^{(\mu)}$ pour $\mu = 1, \ldots m$ qui sont plus grandes que $\beta_{n_1}^{(m_1)}$. Il en résulte que le nombre des quantités $b_\nu^{(m+1)}$ qui sont plus grandes que $b_{n_1}^{(m_1)}$ est égal au nombre des quantités $\beta_\nu^{(m+1)}$ qui sont $> \beta_{n_1}^{(m_1)}$, ou, en d'autres termes, que le nombre des quantités $\beta_\nu^{(m+1)}$ qui sont $> \beta_{n_1}^{(m_1)}$ est égal à $2^m - \lambda$. D'où l'on conclut que

$$\beta_\lambda^{(m+1)} < \beta_{n_1}^{(m_1)} < \beta_{\lambda+1}^{(m+1)}$$

Mais $b_{n_2}^{(m_2)}$ étant $> b_{n_1}^{(m_1)}$ ou $< b_{n_1}^{(m_1)}$ selon que $n_2 > \lambda$ ou $\leqq \lambda$ et $\beta_{n_2}^{(m_2)}$ étant $> \beta_{n_1}^{m_1}$ ou $< \beta_{n_1}^{(m_1)}$ selon que $n_2 > \lambda$ ou $\leqq \lambda$ on voit que $\beta_{n_2}^{(m_2)}$ est $> \beta_{n_1}^{(m_1)}$ ou $< \beta_{n_1}^{(m_1)}$ selon que $b_{n_2}^{(m_2)}$ est $> b_{n_1}^{(m_1)}$ ou $< b_{n_1}^{(m_1)}$.

Il est maintenant facile de s'assurer que le théorème est vrai pour $m = 2$, d'où l'on conclut que le théorème est toujours vrai, c'est à dire qu'il existe une correspondance complète entre les $b_\nu^{(\mu)}$ et les $\beta_\nu^{(\mu)}$.

C. q. f. d.

A chaque point de $S - Q_\beta$ je puis faire correspondre une série de $\beta_\nu^{(\mu)}$ $\beta_{\nu_1}^{(\mu_1)}, \beta_{\nu_2}^{(\mu_2)} \ldots . \beta_{\nu_\lambda}^{(\mu_\lambda)} \ldots .$ ou $\mu_1 < \mu_2 < \ldots . < \mu_\lambda \ldots$, et $\beta_{\nu_1}^{(\mu_1)} < \beta_{\nu_2}^{(\mu_2)} \ldots . < \beta_{\nu_\lambda}^{(\mu_\lambda)} \ldots$, telle que la limite de cette série est égale au point en question.

Ces notations faites, je prouverai maintenant que l'intervalle continu $0 \ldots . 1$ a la même puissance que $S - Q_\beta$.

A chaque point q de l'intervalle $0 \ldots . 1$ correspond une série de $b_\nu^{(\mu)}$ telle que je l'ai définie pag. 6. Soit

$$b_{\nu_1}^{(\mu_1)}, b_{\nu_2}^{(\mu_2)} \ldots . b_{\nu_\lambda}^{(\mu_\lambda)} \ldots$$

cette série. La série correspondante des $\beta_\nu^{(\mu)}$

$$\beta_{\nu_1}^{(\mu_1)}, \beta_{\nu_2}^{(\mu_2)} \ldots . \beta_{\nu_\lambda}^{(\mu_\lambda)} \ldots$$

est donc, d'après le théorème que nous venons de démontrer, telle que $\beta_{\nu_1}^{(\mu_1)} < \beta_{\nu_2}^{(\mu_2)} \ldots . < \beta_{\nu_\lambda}^{(\mu_\lambda)} \ldots$

Soit p la limite supérieure de cette série p est évidemment un point limite de Q_β, c'est-à-dire un point de S. De plus, p étant la limite supérieure des $\beta_\nu^{(\mu)}$, ne peut être un point de Q_β, d'où l'on conclut qu'il est un point de $S - Q_\beta$.

Soit

$$b_{\nu'_1}^{(\mu'_1)}, b_{\nu'_2}^{(\mu'_2)}, \ldots . b_{\nu'_\lambda}^{(\mu'_\lambda)} \ldots .$$

une autre série déterminant le même point q. Il est alors évident que la série correspondante

$$\beta_{\nu'_1}^{(\mu'_1)}, \beta_{\nu'_2}^{(\mu'_2)}, \ldots . \beta_{\nu'_\lambda}^{(\mu'_\lambda)} \ldots .$$

détermine le même point p de $S - Q_\beta$. Car soit par exemple $p' > p$ le point déterminé par cette série, on sait que pour $\varkappa$ assez grand, on a

$\beta_{\nu'_\varkappa}^{(\mu'_\varkappa)} > p$, c'est-à-dire que pour $\varkappa$ assez grand,

$\beta_{\nu'_\varkappa}^{(\mu'_\varkappa)} > \beta_{\nu_\lambda}^{(\mu_\lambda)} (\lambda = 1, \ldots . n \ldots)$, d'où l'on conclut que, pour ce même $\varkappa$

$b_{\nu'_\varkappa}^{(\mu'_\varkappa)} > b_{\nu_\lambda}^{(\mu_\lambda)} (\lambda = 1, \ldots . n \ldots)$, ce qui est impossible.

On voit donc qu'à chaque point q de l'intervalle continu $0 \ldots . 1$ correspond de cette manière un et pas plus d'un point de $S - Q_\beta$.

Il s'agit maintenant de prouver qu'à chaque point de $S - Q_\beta$ correspond dans cet arrangement un et pas plus d'un point de $0 \ldots . 1$.

Faisons voir d'abord qu'à chaque point de $S - Q_\beta$ correspond un point de $0 \ldots . 1$.

Soit p un point quelconque de $S - Q_\beta$ et désignons la série des $\beta_\nu^{(\mu)}$ appartenant à p, par

$$\beta_{\nu_1}^{(\mu_1)}, \beta_{\nu_2}^{(\mu_2)} \ldots . \beta_{\nu_\lambda}^{(\mu_\lambda)} \ldots$$

La série correspondante des $b_\nu^{(\mu)}$

$$b_{\nu_1}^{(\mu_1)}, b_{\nu_2}^{(\mu_2)}, \ldots . b_{\nu_\lambda}^{(\mu_\lambda)} \ldots$$

détermine donc un point q de $0 \ldots . 1$, auquel point q doit nécessairement correspondre dans l'arrangement ci-dessus le point p de $S - Q_\beta$. En effet la série $b_\nu^{(\mu)}$ appartenant au point q, détermine à son tour la série des $\beta_\nu^{(\mu)}$ c'est-à-dire le point p.

On voit enfin qu'à chaque point de $S - Q_\beta$ ne correspond pas plus d'un point de l'intervalle $0 \ldots . 1$.

J'ai donc montré qu'à chaque point de l'intervalle $0 \ldots . 1$ correspond un et pas plus d'un point de $S - Q_\beta$, et qu'à chaque point de $S - Q_\beta$ correspond un et pas plus d'un point de $0 \ldots . 1$.

Ainsi, l'intervalle $0 \ldots . 1$ a la même puissance que $S - Q_\beta$. Or Q_β a la première puissance, et par conséquent l'intervalle $0 \ldots . 1$ a la même puissance que S.

J'ai donc prouvé que S étant un ensemble linéaire parfait qui ne forme nulle part d'espace continu, S a la même puissance que l'intervalle $0 \ldots . 1$.

Soit maintenant S un ensemble linéaire parfait quelconque; je vais prouver que S a la même puissance que l'intervalle continu l'intervalle $0 \ldots . 1$.

Ou il existe un intervalle $\gamma \ldots . \gamma'$ tel, que chaque point de $\gamma \ldots . \gamma'$ est un point de S, mais que dans chaque intervalle $\gamma - \delta \ldots . \gamma$ et $\gamma' \ldots . \gamma' + \delta$ il y a des points qui n'appartiennent pas à S, ou il n'y a pas d'intervalle pareil.

S'il n'y en a pas, le théorème est prouvé.

Reste donc le cas où il existe des intervalles pareils. L'ensemble de tous les intervalles $\gamma \ldots . \gamma'$ a la première puissance. L'ensemble de tous les points d'un intervalle de l'espèce a la même puissance que l'intervalle continu $0 \ldots . 1$. On voit donc que l'ensemble P_γ des points de tous les intervalles $\gamma \ldots . \gamma'$ a la même puissance que l'intervalle continu $0 \ldots . 1$.

Soit $S - P_\gamma \equiv Q$. On sait que $Q' \equiv R + Q^{(\Omega)}$ où R est de la première puissance mais $Q^{(\Omega)}$ est un ensemble parfait qui ne forme nulle part d'espace continu ou est zero, d'où l'on voit que Q' a ou la puissance de l'intervalle $0 \ldots . 1$ ou la première puissance.

Mais les points de Q' qui n'appartiennent pas à Q sont tous des points extrêmes des intervalles $\gamma \ldots . \gamma'$. L'ensemble des points de Q' qui n'appartiennent pas à Q est donc de la première puissance, d'où l'on conclut que Q a la même puissance que l'intervalle $0 \ldots . 1$.

On voit donc que S a la même puissance que l'intervalle $0 \ldots . 1$.

La démonstratien du théorème A est donc fournie.

Avant de nous occuper de la preuve du théorème B, nous énoncerons un corollaire important.

»*Si P est un ensemble linéaire de points, et que P' ait une puissance supérieure à la première, P' a la même puissance que l'intervalle continu $0 \ldots . 1$*».

La preuve en est maintenant évidente. Nous savons que

$$P' \equiv R + P^{(\Omega)}$$

où R est de la première puissance, et où $P^{(\Omega)}$ est parfait. P' a donc la même puissance que $P^{(\Omega)}$ c'est à dire que l'intervalle $0 \ldots . 1$.

Je passe maintenant à la démonstration du théorème B. Soient $x_1\, x_2 \ldots x_\nu \ldots x_n$ n quantités variables indépendantes dont chacune peut prendre toutes les valeurs réelles entre $-\infty$ et $+\infty$. S est alors situé dans l'espace continu de n dimensions formé par tous les systèmes de valeurs $x_1\, x_2 \ldots x_n$.

Comme je puis diviser tout l'espace continu infini ainsi formé en un ensemble d'espaces continus finis, ensemble ayant la première puissance, il suffira évidemment de prouver que la partie de S qui tombe en dedans et sur la limite d'un espace continu fini pareil, a ou la première puissance ou la même puissance que l'espace continu $0 \ldots . 1$.

Je n'ai donc besoin de le prouver que pour la partie de S qui tombe en dedans et sur la limite de l'espace continu fini formé par tous les systèmes de valeurs $x_1 \ldots x_n$ ou chaque x_ν peut prendre toutes les valeurs réelles entre 0 et 1. Soit P la partie de S en question et soit A l'ensemble de tous les systèmes de

valeurs $x_1 \dots x_n$ chaque variable prenant toutes les valeurs entre 0 et 1. Il faut donc évidemment que chaque point de P' soit aussi un point de P.

Soient $\xi_1 \xi_2 \dots \xi_n$ n quantités variables indépendantes, dont chacune peut prendre toutes les valeurs irrationnelles entre 0 et 1. Soit A_1 lensemble de tous les systèmes de valeurs $\xi_1 \dots \xi_n$, et P_1 la partie de P qui appartient à A_1.

Soient $\varrho_1 \dots \varrho_n$ n quantités variables independantes, dont chacune peut prendre toutes les valeurs rationelles entre 0 et 1 chaque variable x_ν peut donc être remplacée par les deux variables ξ et ϱ_ν. Soient A_2 l'ensemble de tous les systèmes de valeurs ϱ_ν $\xi_1 \dots \xi_{\nu-1}$ $\xi_{\nu+1} \dots \xi_n$. $\nu = 1, 2 \dots n$ A_3 l'ensemble de tous les systèmes de valeurs ϱ_ν ϱ_μ $\xi_1 \dots \xi_{\nu-1}$ $\xi_{\nu+1} \dots$ $\xi_{\mu+1}$ $\xi_{\mu+1} \dots \xi_n$ etc. et enfin A_{n+1} l'ensemble de tous les systèmes de valeurs ϱ_1 $\varrho_2 \dots \varrho_n$, et P_2 $P_3 \dots P_{n+1}$ les parties de P qui appartiennent à A_2 $A_3 \dots A_{n+1}$.

On a donc les deux égalités

$$A = A_1 + A_2 + \dots + A_{n+1}; \; P = P_1 + P_2 + \dots + P_{n+1}$$

Il nous faut donc prouver que P_1 $P_2 \dots P_{n+1}$ ont ou la première puissance ou la même puissance que l'intervalle $0 \dots 1$. Commençons par P_1.

Soit ξ une quantité variable qui peut prendre toutes les valeurs irrationnelles entre $0 \dots 1$; je puis alors faire correspondre à chaque valeur de ξ un système de valeurs $\xi_1 \dots \xi_n$, et *vice versa*, à chaque système de valeurs $\xi_1 \dots \xi_n$, une valeur de ξ. On y procède de la manière suivante:[1])

Chaque valeur de ξ peut s'exprimer en une fraction continue infinie $\cfrac{1}{\alpha_1 + \cfrac{1}{\alpha_2 + \cdots \cfrac{1}{\alpha_\nu + \cdots}}}$ que nous désignerons par $(\alpha_1$ $\alpha_2 \dots \alpha_\nu \dots)$. A cette valeur de ξ je fais donc correspondre le système suivant de valeurs de $\xi_1 \dots \xi_n$.

$$\xi_1 = (\alpha_1, \; \alpha_{n+1}, \; \alpha_{2n+1}, \; \dots \; \alpha_{\mu n+1} \dots)$$
$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots$$
$$\xi_\nu = (\alpha_\nu, \; \alpha_{n+\nu}, \; \alpha_{2n+1}, \; \dots \; \alpha_{\mu n+\nu} \dots)$$
$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots$$
$$\xi_n = (\alpha_n, \; \alpha_{2n}, \; \dots \; \alpha_{(\mu+1)n} \dots)$$

[1]) Voir: Cantor Une contribution à la théorie des ensembles Acta Mathematica T. II. page 315.

Je nommerai donc le point $\xi_1 \ldots \xi_n$ le point de A_2 correspondant au point ξ, et *vice versa.*

A chaque point de P_1 correspond de cette manière une valeur de ξ. Soit Q_1 l'ensemble de toutes les valeurs de ξ correspondant aux points de P_1. Je prouverai donc d'abord que chaque point de Q'_1 qui est un point de ξ est aussi point de Q_1.

Soit q un tel point de Q'_1 qu'il constitue aussi un point de ξ. Je puis donc toujours former une série telle des points de Q_1 soit $q_1\, q_2 \ldots . q_\nu \ldots .$, qu'ils ont pour seul point limite le point q. Soient $p_1\, p_2 \ldots . p_\nu \ldots .$ les points correspondants de P_1, et soit p le point correspondant au point q, c'est-à-dire que si $q = (a_1\, a_2 \ldots . a_\nu \ldots .)$, p est alors déterminé par les n coordinés

$$\xi'_1 = (a_1,\ a_{n+1} \ldots .)$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\xi'_n = (a_n,\ a_{2n} \ldots .).$$

On prouve alaurs sans trop de difficulté que si j'entoure le point $\xi'_1 \ldots . \xi'_n$ du'n intervalle

$$\xi'_1 - \delta \ldots . \xi'_1 + \delta$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\xi'_n - \delta \ldots . \xi'_n + \delta,$$

il y a toujours des points p_ν dans cet intervalle. Après avoir fixé un δ aussi petit que l'on voudra, on peut en effet toujours trouver un nombre entier m tel que pour $\mu \geqq m$ on a

$$\left| \xi'_\nu - \cfrac{1}{a_\nu + \cfrac{1}{a_{n+\nu} + \cfrac{1}{\ddots + \cfrac{1}{a_{\mu n+\nu}}}}} \right| < \delta > \left| \xi'_\nu - \cfrac{1}{a_\nu + \cfrac{1}{a_{n+\nu} + \cfrac{1}{\ddots \cfrac{1}{a_{\mu n+\nu}+1}}}} \right|$$

cette inégalité ayant lieu pour $\nu = 1, 2 \ldots . n$.

Ce nombre m trouvé, je suis toujours à même de fixer une quantité δ_1 telle, que

$$\left| q - \cfrac{1}{a_1 + \cfrac{1}{a_2 + \cfrac{1}{\ddots \cfrac{1}{a_{(m+1)n}}}}} \right| > \delta_1 < \left| q - \cfrac{1}{a_1 + \cfrac{1}{a_2 + \cfrac{1}{\ddots \cfrac{1}{a_{(m+1)n}+1}}}} \right|$$

A l'aide de la théorie des fractions continues infinies[1]), je puis maintenant conclure que

$$\left| q - \cfrac{1}{a_1 + \cfrac{1}{a_2 \ddots \cfrac{1}{a_\lambda}}} \right| > \delta_1 < \left| q - \cfrac{1}{a_1 + \cfrac{1}{a_2 \ddots \cfrac{1}{a_\lambda + 1}}} \right|$$

pour $\lambda = 1, 2 \ldots . (m+1)\, n$

On voit par là que si q_μ est situé dans l'intervalle $q - \delta_1 \ldots . q + \delta_1$ on a

$$q_\mu = (\beta_1 \,,\ \beta_2 \ldots . \beta_{(m+1)n}\ \beta_{(m+1)n+1} \ldots .)$$

où $\beta_\nu = a_\nu$ pour $\nu = 1 \,,\ 2 \ldots . (m+1)\, n$.

Le point p_μ est alors déterminé par les égalités

$$\xi_1'' = (a_1 \,,\ a_{n+1} \ldots . a_{mn+1}\ \beta_{(m+1)n+1} \ldots .)$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\xi_\nu'' = (a_\nu \,,\ a_{n+\nu} \,,\ \ldots . a_{mn+\nu}\ \beta_{(m+1)n+\nu} \ldots .)$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\xi_n'' = (a_n \,,\ a_{2n} \,,\ \ldots . a_{mn+n}\ \beta_{(m+1)n+\nu} \ldots .)$$

D'où l'on conclut que

$$| \xi_\nu' - \xi_\nu'' | < \delta \text{ pour } \nu = 1, 2 \ldots . n\,.$$

On sait donc désormais que dans l'espace

$$\xi_1' - \delta \ldots . \xi_1' + \delta$$

$$\ldots\ldots\ldots$$

$$\ldots\ldots\ldots$$

$$\xi_n' - \delta \ldots . \xi_n' + \delta$$

tombent des points p_μ. On sait aussi dès lors que p est un point limite de P_1 c'est-à-dire un point de P. Or p étant en outre un point de A_1, nous avons donc la preuve que p est un point de P_1, et l'on sait alors aussi que le point correspondant q est un point de Q_1.

L'ensemble $Q_1' - D(Q_1 \,,\ Q_1')$ ne peut donc contenir que des points de l'intervalle $0 \ldots . 1$ qui correspondent aux nombres rationnels, c'est-à-dire que $Q_1' - D\,(Q_1,\ Q_1')$ a tout au plus la première puissance. De même:

$Q_1 - D\,(Q_1 \,,\ Q_1')$ a la première puissance, et Q_1 a donc la même puissance que Q_1' c'est-à-dire ou la première puissance, ou la même puissance que $0 \ldots . 1$.

Evidemment l'ensemble P_1 a donc aussi ou la première puissance, ou la même puissance que l'espace continu $0 \ldots . 1$.

[1]) Voir: Serret Cours d'algèbre supérieure.

Pour la partie de P_2 qui constitue une partie intégrante de l'ensemble de points formé par tous les systèmes de valeurs de $\varrho_\nu\ \xi_1\ \xi_2 \ldots \xi_{\nu-1}\ \xi_{\nu+1} \ldots \xi_n$, ϱ_ν = un nombre rationnel fixé, on prouve d'une manière parfaitement analogue à la démonstration que nous venons de fournir, que cette partie possède l'une des puissances en question.

Mais ϱ_ν ne pouvant prendre que des valeurs dont l'ensemble a la première puissance, le même cas a lieu pour la partie de P_2 qui forme une partie intégrante de tous les systèmes de valeurs $\varrho_\nu\ \xi_1 \ldots \xi_{\nu-1}\ \xi_{\nu+1} \ldots \xi_n$.

On voit enfin par là que P_2 a l'une des puissances en question. De la même manière la démonstration se fait pour $P_3 \ldots P_{n+1}$.

Or, P_1, $P_2 \ldots P_{n+1}$ ayant tous ou la première puissance ou la puissance de l'espace continu $0 \ldots . 1$, on conclut que P a ou la première puissance ou la puissance de l'intervalle $0 \ldots . 1$.

Mais le théorème primitif étant réduit à cette preuve-là, on voit que:

S a ou la première puissance ou la même puissance que l'espace continu $0 \ldots . 1$

C. q. f. d.

Il nous est maintenant possible d'énoncer le théorème suivant.

»Si P est un ensemble de points situé dans un espace continu à n dimensions et que P' ait une puissance plus grande que la première, P a la puissance de l'éspace continu $0 \ldots . 1$.»

Je finirai par l'observation que c'est seulement en prouvant ce théorème, que l'on est autorisé à dire de tous les espaces continus quils ont la même puissance.

M. Cantor a énoncé ce théorème à la page 245 de *Journal für die reine und angew. Math.* *T* 84, pour le cas où les limites des espaces continus peuvent être exprimées par des fonctions analytiques, ce qui n'a évidemment pas toujours lieu.

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 9. N:o 7.

Meddelande från Stockholms Högskola N:o 23.

UN THÉOREME AUXILIAIRE

DE

LA THÉORIE DES ENSEMBLES

PAR

IVAR BENDIXSON.

NOTE PRÉSENTÉE A L'ACAD. R. DES SCIENCES DE SUÈDE LE 13 FÉVRIER 1884.

STOCKHOLM, 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Dans ses études plus étendues sur la représentation analytique d'une fonction monogène uniforme d'une variable M. Mittag-Leffler a eu besoin du théorème suivant:

»Soit A un *continuum* faisant partie du domaine de la variable x et soit P un ensemble de points qui embrasse l'ensemble dérivé P' et constituant la limite complète de A, soit enfin P_1 une partie intégrante de P qui elle aussi embrasse son ensemble derivé P'_1 on peut toujours du continuum A séparer un ensemble de points isolés Q_1 tel que $Q'_1 \equiv P'_1$».

Avant d'en donner la preuve je veux faire quelques observations.

(α). »Si P est un ensemble de points qui embrasse son ensemble dérivé P' et situé sur la périphérie d'un cercle on en peut toujours séparer une partie R qui a la première puissance et telle que $R' \equiv P$».

Pour le prouver je n'ai besoin que d'indiquer que si P se compose de tous les points d'une partie de la périphérie, l'ensemble correspondant R consiste en une partie quelconque de P qui a la première puissance et qui est condensée partout dans la partie de la périphérie en question.

Si au contraire P ne forme nulle part d'espace continu j'en peux séparer l'ensemble cherché R d'une manière tout analogue à celle que j'ai employée dans les Acta Mathematica II, 4, page 427.

Chaque ensemble P étant composé de ces deux différentes classes d'ensembles on en conclut que l'on peut toujours de chaque ensemble P séparer un ensemble de la première puissance R tel que $R' \equiv P$.

(β). »Si P est un ensemble de points qui embrasse son ensemble dérivé P' et situé sur la périphériee, $|x-a| = r$

d'un cercle ayant le point a pour centre et la quantité positive r pour rayon, j'y peux toujours inscrire un ensemble de points isolés Q tel que $Q' \equiv P$».

Soit R une partie de P qui a la première puissance et dont le premier ensemble dérivé égale P.

Soient $a + re^{\theta_1 i}$, $a + re^{\theta_2 i}, \ldots a + re^{\theta_\nu i} \ldots$ tous les points dont R est composé et $\varepsilon_1\ \varepsilon_2 \ldots \varepsilon_\nu \ldots$ des quantités positives croissantes telles que lim. $\varepsilon_\nu = 1$ $(\nu = \infty)$.

On voit alors sans aucune difficulté que l'ensemble de points

$$a + r\varepsilon_1 e^{\theta_1 i},\ a + r\varepsilon_2 e^{\theta_2 i}, \ldots a + r\varepsilon_{\bar{\nu}} e^{\theta_\nu i}, \ldots$$

est l'ensemble isolé Q cherché.

Ces observations faites, je procède à la démonstration du théorème.

Soit a un point appartenant à A et $\varrho_1, \varrho_2 \ldots \varrho_\nu \ldots$ des quantités positives croissantes telles que lim. $\varrho_\nu = \infty$.

Je puis entourer chaque point x de A par un cercle de rayon r égal à la distance entre x et le point le plus approché de P, chaque point de l'intérieur de ce cercle étant par conséquent un point de A.

Soit en général E_ν l'ensemble de tous les cercles pareils dont les centres sont assujettis à la condition

$$\varrho_{\nu-1} < |x - a| \leqq \varrho_\nu.$$

Les rayons de tous les cercles de E_1 ont une limite supérieure g_1 et l'on prouve aisément qu'il y a des cercles de l'espèce dont le rayon égale g_1.

Désignons par $C_1^{(1)}$ un quelconque de ces cercles. S'il y a parmi les cercles E_1 encore un dont le rayon égale g_1 et qui tombe tout à fait à l'extérieur de C_1^1 nous le désignons par $C_2^{(1)}$. En continuant ainsi on n'obtient évidemment qu'un nombre fini de cercles $C_1^1\ C_2^1 \ldots C_{m_1}^1$ appartenant à E_1 tombant à l'extérieur l'un de l'autre et ayant tous pour rayon la quantité g_1.

Les rayons de tous les cercles de E_1 tombant à l'extérieur de $C_1^1\ C_2^1 \ldots C_{m_1}^1$ ont une limite supérieure g_2 et il n'y en a de même qu'un nombre fini de cercles $C_{m_1+1}^1 \ldots C_{m_2}^1$

dont le rayon égale g_2 et tombant tout à fait à l'extérieur l'un de l'autre.

En continuant ainsi on obtient un ensemble de cercles C_1^1 $C_2^1 \ldots C_\nu^1 \ldots$ appartenant à E_1 et étant tous situés à l'extérieur l'un de l'autre.

Les rayons de tous les cercles de E_2 tombant à l'extérieur de $C_1^1, C_2^1 \ldots C_\nu^1 \ldots$ ont une limite supérieure g'_1. Il existe alors au moins un cercle $C_1^{(2)}$ dont le rayon égale g'_1 et qui tombe tout à l'extérieur de $C'_1 \ldots C'_\nu \ldots$

En continuant de même manière que ci-dessus je peux former un nouvel ensemble de cercles $C_1^{(2)}$ $C_2^{(2)} \ldots C_\nu^{(2)} \ldots$ appartenant tous à E_2 et tombant à l'extérieur l'un de l'autre ainsi qu'à l'extérieur des $C_1^1 \ldots C_\nu^1 \ldots$

Nous avons par conséquent les ensembles suivants de cercles

$$
\begin{array}{l}
C_1^1 \;\; C_2^1 \ldots C_\nu^1 \;\ldots \\
C_1^{(2)} \, C_2^{(2)} \ldots C_\nu^{(2)} \ldots \\
\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\
C_1^{(\mu)} \, C_2^{(\mu)} \ldots C_\nu^{(\mu)} \ldots \\
\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot
\end{array}
$$

Mais l'ensemble de tous ces cercles on peut les ranger en série simple. Soit donc C_1 $C_2 \ldots C_\nu \ldots$ l'ensemble de tous les cercles en question.

Sur la périphérie de chaque C_ν est située une partie P_ν de P, telle qu'elle embrasse tous les points de P'_ν. Par conséquent P_ν peut être exprimé comme le premier ensemble dérivé d'un ensemble isolé Q_ν situé à l'intérieur du cercle C_ν.

Soit Q l'ensemble de tous les Q_ν.

On sait donc que Q est un ensemble isolé situé à l'intérieur de A.

Je prouverai maintenant que $Q' \equiv P$.

En effet soit a un point de P. Ou a est-il situé sur la périphérie de l'un des C_ν ou ne l'est il pas. S'il y est situé, il est évidemment un point de Q'.

S'il n'est pas situé sur la périphérie de l'un des C_ν il suit de la loi de formation des C_ν que dans chaque entourage de a doit passer la périphérie de l'un des C_ν. C'est à dire, par le cercle $|x - a| \leqq \delta$ doit passer une infinité de cercles appartenant aux C_ν.

Mais tous ces cercles étant situés l'un à l'extérieur de l'autre leurs rayons ont nécessairement pour limite inférieure la quantité zéro, d'où l'on conclut qu'il existe des cercles appartenant aux C_ν qui tombent tout à fait à l'intérieur de chaque entourage voulu de $(x=a)$. Par conséquent il existe aussi des points de Q dans chaque entourage de $x=a$ ce qui fait voir que a est un point de Q'.

Il s'en suit que P est contenu en Q'.

Mais de l'autre côté on voit d'une manière tout analogue que Q' ne peut contenir d'autres points que P.

On a par conséquent

$$Q' \equiv P.$$

Soit maintenant P_1 une partie de P qui embrasse son premier ensemble dérivé P'_1, je puis toujours de l'ensemble isolé Q séparer une partie Q_1 telle que $Q'_1 \equiv P_1$.

L'ensemble Q étant un ensemble de points isolés on peut par conséquent ranger les points de Q en une série. Soient $a_1\ a_2 \ldots a_\mu \ldots$ les différents points dont Q est composé.

Soient $\varepsilon_1\ \varepsilon_2 \ldots \varepsilon_\nu \ldots$ des quantités positives décroissantes telles que lim. $\varepsilon_\nu = 0\,(\nu=\infty)$. Je puis diviser tout le plan, c'est à dire le domaine de la variable x, dans une série de carrés chacune ayant son côté égal à ε_ν et étant composée par tous les points $x=\xi+\eta i$ où ξ et η sont réels et assujettis aux conditions

$$n\varepsilon_\nu \leqq \xi \leqq (n+1)\varepsilon_\nu \qquad \left(n = \begin{cases} \ \ 1, & \ \ 2, \ldots \ \ \mu \ldots \\ -1, & -2, \ldots -\mu \ldots \end{cases}\right)$$

$$m\varepsilon_\nu \leqq \eta \leqq (m+1)\varepsilon_\nu \qquad \left(m = \begin{cases} \ \ 1, & \ \ 2, \ldots \ \ \mu \ldots \\ -1, & -2, \ldots -\mu \ldots \end{cases}\right)$$

Soit R_ν l'ensemble de points formé en prenant de chaque carré dont le côté $= \varepsilon_\nu$ et où est situé un point de P_1 celui des points a_μ qui y sont situés dont l'indice μ a la moindre valeur.

L'ensemble de tous les points différents de $R_1\ R_2 \ldots R_\nu \ldots$ est donc évidemment l'ensemble Q_1 cherché.

Avant de finir je veux faire encore quelques observations.

Je veux d'abord observer que si je puis inscrire dans l'intervalle $0 \ldots 1$ un ensemble Q_α tel que $Q_\alpha^{(\alpha)} = (x=0)$, j'y peux tout de même inscrire un ensemble $Q_{\alpha+1}$ tel que

$Q_{\alpha+1}^{(\alpha+1)} = (x=0)$ (α étant un nombre quelconque de la première ou de la seconde classe).

On inscrit en effet dans chaque intervalle $\frac{1}{2^{\nu-1}} \ldots \frac{1}{2^\nu}$ ($\nu = 1, 2 \ldots$) un ensemble $Q_{\nu,\alpha}$ pour lequel $Q_{\nu,\alpha}^{(\alpha)} = (x = \frac{1}{2^\nu})$ et l'ensemble de tous les $Q_{\nu,\alpha}$ est donc évidemment l'ensemble $Q_{\alpha+1}$ cherché.

Soit de l'autre côté γ un nombre de la première ou de la seconde classe tel, qu'il n'existe pas de nombre qui le précède immédiatement. Soient $\alpha_1\ \alpha_2 \ldots \alpha_\nu \ldots$ tous les nombres qui precèdent γ.

Supposons enfin que l'on puisse former pour chaque α_ν un ensemble de points Q_{α_ν} tel que $Q_{\alpha_\nu}^{(\alpha_\nu)}$ égale un point donné.

Alors on peut former de la manière suivante un ensemble Q_γ tel que $Q_\gamma^{(\gamma)} = (x=0)$. On inscrit dans chaque intervalle $\frac{1}{2^{\nu-1}} \cdots \frac{1}{2^\nu}$ ($\nu = 1,\ 2 \ldots$) un ensemble Q_{ν,α_ν} tel que $Q_{\nu,\alpha_\nu}^{(\alpha_\nu)} = (x = \frac{1}{2^\nu})$.

Mais ces deux opérations différentes correspondent tout à fait aux deux principes de formation des nombres de M. CANTOR et l'on voit par conséquent qu'on peut trouver pour chaque γ donné un ensemble correspondant Q_γ tel que $Q_\gamma^{(\gamma)}$ égale un point donné. Retournons maintenant à l'ensemble isolé Q_1 je sais que l'on peut entourer chaque point a_ν de Q d'un cercle appartenant tout entier à A et ne contenant ni à l'intérieur ni à sa limite d'autre point de Q_1 que le point a_ν. Si l'on inscrit dans chaque cercle de l'espèce un ensemble de points $Q_{a_\nu,\gamma}$ tel que $Q_{a_\nu,\gamma}^{(\gamma)} = (x = a_\nu)$, l'ensemble de tous les $Q_{a_\nu,\gamma}$ est un ensemble de points Q_γ tel que $Q_\gamma^{(\gamma)} \equiv P_1$.

On peut par conséquent pour chaque γ donné séparer du continuum A un ensemble Q_γ tel que $Q_\gamma^{(\gamma)} \equiv P_1$.



BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 9. N:o 8.

Meddelanden från Stockholms Högskola. N:o 19.

BEITRÄGE

ZUR

KENNTNISS DES PERIPHERISCHEN NERVENSYSTEMS.

VON

CHARLOTTE WESTLING.

MIT 3 TAFELN.

DER K. SCHWED. AKADEMIE DER WISS. MITGETHEILT DEN 13 FEBRUAR 1884.

STOCKHOLM, 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Für die werthvollen Rathschläge und die freundliche Leitung, womit Herr Dr LECHE sie gütigst bei ihrer Arbeit unterstützt hat, spricht seine Schülerin hier ihren wärmsten Dank aus.

I.

Pithecus satyrus.

Mit Tafel I. und II.

Da über das peripherische Nervensystem bei den anthropomorphen Affen bisher nur eingehendere Mittheilungen betreffs Eines derselben, nämlich des Chimpansé, vorliegen, habe ich im zootomischen Institut der Stockholmer Hochschule bei einem jungen Orang-Männchen (von 35 Cm. Scheitel-Steisslänge) die Nerven der Gliedmassen einer Untersuchung unterworfen, deren Resultate ich hier mittheile. Bisher existiren nur vereinzelte Angaben über das peripherische Nervensystem des Orang, nämlich von v. Jhering (Plexus lumbo-sacralis) und Ruge (N. peroneus), zu deren Untersuchungen wir später zurückkommen werden.

Gliederung der Wirbelsäule beim untersuchten Individuum: C. 7, D. 12, L. 4, S. 4, C. 5.

Zur Bildung des *Plexus brachialis* (T. I., Fig. 1) des Orang tragen die ventralen Wurzeln des C. V., VI., VII. und VIII., ein Theil der ventralen Wurzel des C. IV. und der grösste Theil der des D. I. bei. Nach Henle [1]) geht gewöhnlich kein Theil des C. IV. in den Plexus brachialis des Menschen ein, und Champneys [2]) spricht auch nicht davon, das dies beim Chimpansé der Fall ist, wogegen der Plexus des Macacus cynomolgus [3]) in dieser Hinsicht dem des Orang gleich ist, wesshalb dem zufolge dieser hierin mehr den niedern Affen als den höhern und dem Menschen ähnlich wäre.

---

[1]) Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Bd. III. Abth. 2. Zweite Auflage. 1879, p. 522.

[2]) On the muscles and nerves of a Chimpanzee (Troglodytes niger) and a Cynocephalus Anubis. By Frank Champneys. Journal of Anatomy and Phys. Vol. VI. Part. I. Nov. 1871.

[3]) The brachial plexus of the Macaque monkey and its analogy with that of man. By W. Tyrrell Brooks. Journal of Anatomy and Phys. Vol. XVII. Part. III. April 1883.

Der C. VIII. und der D. I. vereinigen sich unmittelbar nach ihrem Austritte aus den Foramina intervertebralia. Die Vereinigung des C. IV. und V. geschieht etwas mehr lateralwärts, und der hieraus entstandene Stamm vereinigt sich bald, in zwei Stränge getheilt, mit dem ebenfalls in zwei Stränge getheilten C. VI. Ein Theil des C. VII. geht in den von den beiden hintern Wurzeln gebildeten Stamm über; dagegen existirt kein Ast von diesem Nerven zu den vordern Wurzeln, wie dies beim Menschen der Fall ist. Durch das Verhalten dieser vordern Wurzeln kommen aus dem Plexus vier Stränge, nicht drei, wie in dem des Menschen [1]). Tafel I., Fig. 1 zeigt übrigens das Verhältniss der Wurzeln zu einander.

N. suprascapularis (sps.) entspringt aus dem durch den C. IV. und V. gebildeten Stamme, also nicht wie beim Menschen [2]) und Chimpansé [3]), nur aus dem fünften, oder wie dies seltener beim Menschen vorkommt, aus den vereinigten fünften und sechsten [2]). Bei Macacus [4]) kommt dieser Nerv aus dem durch den vierten, fünften und sechsten gebildeten Stamme.

N. phrenicus (phr.) gehört hier ganz und gar zum Plexus brachialis; die beiden Wurzeln desselben kommen nämlich aus dem vierten und fünften Cervicalnerven vor ihrer Vereinigung; beim Menschen, Troglodytes niger und Macacus [4]) hat dieser Nerv seinen Ursprung in denselben Plexuswurzeln; doch kommen beim letztern ausserdem noch Fasern aus dem sechsten, entweder direkt oder durch den N. subclavius, und beim Menschen aus dem dritten Cervicalnerven hinzu [5]). Bei Cynocephalus entspringt dieser Nerv vom C. IV [6]).

Aus den beiden Wurzeln des N. phrenicus entsteht der *N. subclavius* (scl.); beide Nerven lagen bei dem der Untersuchung unterworfenen Exemplare unmittelbar dem Plexus an, da der M. scalenus anticus fehlte. Beim Menschen kommt der N. subclavius, am häufigsten verbunden mit einer Wurzel des N. phrenicus, aus dem fünften Cervicalnerven [7]); bei CHAMPNEYS' Chimpansé war keine Verbindung zwischen diesen beiden

---

[1]) HENLE, l. c. pag. 524.
[2]) HENLE, l. c. pag. 528.
[3]) CHAMPNEYS, l. c. pag. 209.
[4]) TYRRELL BROOKS, l. c.
[5]) HENLE, l. c. pag. 518.
[6]) CHAMPNEYS, l. c. pag. 208.
[7]) Auf einer Zeichnung im oben genannten Werke von HENLE (Pag. 527, Fig. 284) wird der N. subclavius als vom C. VI. entspringend dargestellt.

Nerven. Dies ist dagegen bei Macacus[1]) der Fall, wo der N. subclavius aus dem sechsten Cervicalnerven kommt, verhältnissmässig stark ist und einen Zweig zum N. phrenicus aussendet.

N. *thoracicus posterior*[2]) (th. p.) kommt aus dem fünften (mit dem N. dorsalis scapulæ zusammen) und aus dem sechsten Cervicalnerven, ehe diese sich vereinigen. Beim Menschen und Chimpansé[3]) hat der Nerv denselben Ursprung; dagegen kommt er bei Macacus[4]) und Cynocephalus[3]) aus dem C. VI. und VII.

Ausser der soeben genannten Wurzel aus dem fünften, hat der N. *dorsalis scapulæ*[5]) (d. s.) eine schwache aus dem ungetheilten vierten Cervicalnerven. Beim Menschen[6]) und Chimpansé[3]) kommt dieser Nerv aus dem C. V., bei Macacus[4]) zuweilen aus dem C. V., am häufigsten aus dem C. VI. und dann im Verein mit der vordern Wurzel des N. thoracicus posterior; bei Cynocephalus[3]) aus dem C. III.

Aus dem vordern der beiden Stränge, die aus dem vierten, fünften und sechsten Cervicalnerven entstanden sind, kommt der N. *axillaris* (ax.); bei den übrigen der Untersuchung unterworfenen Primates entspringt dieser Nerv aus mehrern oder zum Theil andern Wurzeln: in den N. axillaris des Menschen[6]) gehen Fasern aus der fünften und sechsten oder aus allen Wurzeln des Plexus; beim Chimpansé und Cynocephalus kommt dieser Nerv aus dem C. V.—VII., bei Macacus aus dem C. IV.—VII[4]).

Der Nn. *subscapulares* (ss.', ss.'', ss.''') giebt es mehrere, und kommen sie theils aus dem eben genannten vom C. IV., V. und VI. entstandenen Strange, theils aus dem N. axillaris und theils von der Dorsalseite des siebenten Cervicalnerven. Drei von diesen schwachen Nerven (ss.') dringen in den M. subscapularis ein; die übrigen bilden einen Plexus, aus dem drei Nerven hervorgehen: ein (ss.'') zum M. teres major, und zwei (ss.''') zum M. latissimus dorsi. Die letzte Plexuswurzel, von welcher Fasern in die Nn. subscapulares gehen, ist hier

[1]) TYRRELL BROOKS, l. c.
[2]) Durchbohrte nicht den M. scalenus medius, sondern lag auf der ventralen Seite desselben.
[3]) CHAMPNEYS, l. c. pag. 209.
[4]) TYRRELL BROOKS, l. c.
[5]) Der einzige der Nerven des Plexus, der durch den M. scalenus medius ging.
[6]) HENLE, l. c. pag. 528.

also der C. VII.; beim Menschen und Macacus verhält es sich anders, indem ausser den vordern Plexuswurzeln auch der C. VIII. und D. I. Fasern zu den Nn. subscapulares liefern.

Aus dem hintern der vom C. IV., V. und VI. entstandenen Stränge geht der *N. cutaneus lateralis* (c. l.) hervor, der, nachdem er den zum M. coraco-brachialis gehenden Zweig (c. l.') ausgesandt hat, zwischen den beiden Köpfen dieses Muskels zum M. biceps brachii und dem M. brachialis internus weiter geht. Der Coraco-brachialiszweig wird durch Fasern aus einer vom C. VII. zum N. medianus ausgehenden Wurzel verstärkt, so dass also beim Orang wie bei Macacus der N. cutaneus lateralis aus C. IV.—VII. hervorgeht, während er beim Menschen [1]) aus dem C. V.—VII. entsteht.

Nn. thoracici anteriores (th. a.) haben drei Wurzeln: nämlich je eine aus dem sechsten, dem siebenten Cervicalnerven und eine aus dem vom achten Cervical- und ersten Dorsalnerven gebildeten Stamme. Diese Wurzeln vereinigen sich zu einem Geflecht, aus welchem Nerven zu den Mm. pectorales major und minor ausgehen. Sowohl bei Macacus wie beim Chimpansé werden diese Nerven durch Bündel aller Plexuswurzeln gebildet, und dies ist auch oft beim Menschen der Fall, bei dem sie jedoch meistens vom C. V., VI. und VII. ausgehen [2]).

N. radialis (r.) ist aus dem grössten Theile des siebenten Cervicalnerven, dem Reste des vordern der vom C. IV.—VI. ausgehenden Stränge und einem Aste aus dem vom C. VIII. und D. I. gebildeten Stamme zusammengesetzt. Er giebt zuerst einen Hautnerven, den N. cutaneus posterior superior (r.') ab, der auch den M. latissimo-condyloideus versieht, und entsendet feine Fäden an den M. anconeus longus; ausserdem wird dieser Muskel vom zweiten Aste (r.'') des N. radialis innervirt; der dritte (r.''') ist unbedeutend und dringt in den M. anconeus internus [3]) ein; von dem vierten (r.'''') recht starken Aste geht zuerst ein Zweig für den M. anconeus externus ab, und distalwärts gehen mehrere feine Fäden für den M. anconeus internus ab, worauf der Rest in den untern Theil des letztgenannten Muskels eindringt. Der Haupt-

---

[1]) Henle, l. c. pag. 533.
[2]) Henle, l. c. pag. 530.
[3]) Keine Annäherung dieses Astes zum N. ulnaris wurde beobachtet. Vergl. Henle, l. c. pag. 546.

nerv giebt unter seinem Verlaufe zwischen den Mm. anconei einen Hautnerven ab, den N. cutaneus posterior inferior. Sich in die Rami profundus und superficialis theilend, entsendet der N. radialis Aeste zu dem M. supinator longus, den Mm. extensores carpi radialis longus und brevis. Der Ramus profundus schickt einen starken Ast zum M. supinator brevis, durchbohrt hierauf diesen Muskel und giebt bei seinem Austritte aus demselben einen für die Mm. extensores digitorum communis, carpi ulnaris et digiti minimi gemeinsamen Nerven ab. Weiter unten löst sich der Ramus profundus in vier Zweige auf: einer zum M. abductor pollicis longus, ein anderer zu dem M. extensor digitorum communis, ein dritter, der den M. extensor pollicis longus und den M. extensor indicis proprius versorgt und als N. interosseus posterior in der Kapsel des Handgelenks endet; der stärkste dieser Zweige (T. II., Fig. 2) geht ungetheilt zum Rücken der Hand, wo er sich spaltet und auf der einen Seite mit dem Ramus superficialis n. radialis in Verbindung steht, auf der andern mit dem Ramus dorsalis n. ulnaris, und den mittlern und grössten Theil der Dorsalfläche der Hand versieht. Der Ramus superficialis n. radialis theilt sich, nachdem er unter dem M. supinator longus hervorgetreten ist, und theilen sich die beiden Aeste desselben wiederum am Handgelenke, anastomosiren mit einander und mit dem soeben genannten Zweige des Ramus profundus, und verzweigen sich in der Haut am radialen Theile der Dorsalseite der Hand. Taf. II., Fig. 2 erklärt den Antheil den jeder Nerv an der Innervation hat und deren Verhältniss zu einander, deutlicher. Der Ramus superficialis nimmt am Unterarme einen Verbindungsast vom N. cutaneus lateralis auf.

Wie beim Menschen[1]) und bei Macacus[2]) nimmt der N. radialis des Orang seinen Ursprung aus allen Plexuswurzeln. Wenn man von der Verschiedenheit absieht, die das Vorkommen des M. latissimo-condyloideus bedingt, kommt auch die Verzweigung dieses Nerven auf dem Oberarme der des Menschen fast gleich; auf dem Unterarme hat sich dagegen ein etwas abweichendes Verhalten, besonders durch das Vorkommen des vom Ramus profundus zum Rücken der Hand gehenden Zweiges, ausgebildet.

Aus dem vom C. VIII. und D. I. zusammengesetzten Stamme (T. I., Fig. 1) gehen der *N. cutaneus medialis* (c. mdls.) und etwas später

---

1) Henle, l. c. pag. 544.
2) Tyrrell Brooks, l. c.

die beiden Aeste des *N. cutaneus medius* (c. mds.) hervor; diese verlassen getrennt den Stamm, obgleich sie unter ihrem subfascialen Verlaufe durch Bindegewebe vereinigt sind; in den einen dieser Aeste gehen ausserdem einige Fasern aus dem siebenten Cervicalnerven ein. Aus denselben Plexuswurzeln gehen diese Nerven beim Menschen [1]) und Macacus [2]) hervor.

Der Stamm, den die beiden hintern Plexuswurzeln bilden, giebt ferner, vom siebenten Cervicalnerven verstärkt, den *N. ulnaris* (u.) ab, der auf dem Oberarme zwischen den Mm. anconeus internus und latissimo-condyloideus und dem Ligamentum intermusculare internus verläuft; der erste Ast verlässt den Nerven im Sulcus ulnaris, dringt in den M. palmaris longus ein und sendet einen Faden zum M. flexor digitorum sublimis. Etwas weiter unten gehen zwei Zweige gleichzeitig ab: der eine versieht den M. flexor carpi ulnaris, der andere den Theil der M. flexor digitorum profundus, der keine Nerven vom N. medianus erhält. Der Ramus palmaris geht ziemlich hoch aus, sendet feine Fädchen zur Arteria ulnaris und verzweigt sich in der Haut. Der Ramus dorsalis ist relativ weniger entwickelt als derselbe Nerv beim Menschen; er sendet Zweige zur Haut der Rückseite des Handgelenks und theilt sich nachher in zwei Zweige, von denen der eine sich am Ulnarrand der Hand und des fünften Fingers entlang erstreckt; der andere versieht einen Theil der Haut des Handrückens und im Verein mit dem — beim Menschen nicht vorkommenden — Zweige des Ramus profundus n. radialis, den Radialrand des fünften und den Ulnarrand des vierten Fingers. (Tafel II., Fig. 2.) Der Hauptnerv zerfällt am Handgelenke in einen Ramus superficialis und einen Ramus profundus, und der erste in zwei Aeste: einen, der, nachdem er einen Zweig zum M. palmaris brevis gesandt hat, den Ulnarrand der Hand und des fünften Fingers auf der Volarfläche versieht, und einen andern, der einen schwachen anastomotischen Zweig zum N. medianus schickt und den Radialrand des fünften Fingers und den Ulnarrand des vierten versieht. Der Ramus profundus versorgt die Muskeln des Kleinfingerballens, den dritten und vierten M. lumbricalis, die Mm. interossei und den M. adductor pollicis, sowie den damit zusammenhängenden Theil des M. flexor pollicis brevis.

Hinsichtlich des Ursprungs zeigt der N. ulnaris die Abweichung vom Verhalten sowohl beim Menschen [3]) wie bei

[1]) Henle, l. c. pag. 531.
[2]) Tyrrell Brooks, l. c.
[3]) Henle, l. c. pag, 524 und 540.

Macacus[1]), dass auch Bündel aus dem siebenten Cervicalnerven hineingehen. CHAMPNEYS[2]) erwähnt Nichts vom Ursprunge dieses Nerven beim Chimpansé, sagt aber, dass er auf dem Oberarme einen Ast vom N. radialis empfängt und Fäden zum M. triceps sendet, sowie auch, dass er am Unterarme einen bedeutenden Ast vom N. medianus erhält; eine solche Verbindung zwischen dem N. medianus und dem N. ulnaris ist bei einer im zootomischen Institut der Stockholmer Hochschule ausgeführten Untersuchung auch bei Macacus cynomolgus beobachtet worden, und soll nach CHAMPNEYS zuweilen beim Menschen vorkommen. Weder diese Verbindung noch die mit dem N. radialis kam beim Orang vor, wo die Verzweigung des N. ulnaris mit dem normalen Verhältnisse beim Menschen übereinstimmt, ausgenommen dass der Ramus dorsalis unbedeutend ist, und dass der M. palmaris longus von diesem Nerven (N. ulnaris) innervirt wird.

N. *medianus* (mdns., T. I., Fig. 1) hat drei Wurzeln: die vorderste ist der beim N. cutaneus lateralis erwähnte Strang aus den vordern Plexuswurzeln, der mittlere geht von der Ventralseite des siebenten Cervicalnerven und der hintere von dem von den hintern Plexuswurzeln gebildeten Stamme aus. Die Arteria axillaris (*) geht im Winkel zwischen den beiden vordern Medianuswurzeln zu der Dorsalseite des Nerven, aber zwischen der hintern Wurzel und dem Stamme wieder zur Ventralseite und liegt im distalen Verlaufe lateralwärts vom Nerven. N. medianus verzweigt sich auf dem Unterarme und der Hand folgendermassen: In der Ellenbogenbeuge geht ein Ast zum M. pronator teres, etwas weiter unten einer zum M. flexor carpi radialis, und zugleich mit dem letztern zwei Aeste, die zusammen dem N. interosseus anterior entsprechen: der eine von diesen sendet einen Zweig zum M. flexor digitorum sublimis und mehrere in den von der Ulna kommenden Theil des M. flexor digitorum profundus, und geht zwischen den beiden deutlich geschiedenen Theilen dieses Muskels, dem vom Radius[3]) und dem von der Ulna ausgehenden, um sich nachher mit dem andern Aste zu vereinigen, der den Radiustheil verlassen, nachdem er ihn innervirt hat; der durch die Vereinigung der beiden Aeste entstandene Nerv verhält sich danach wie der N. interosseus anterior in seinem untern Verlaufe: er liegt auf dem Ligamentum interosseum und versorgt den M. pronator quadratus.

---

[1]) TYRRELL BROOKS, l. c.

[2]) l. c. pag. 209.

[3]) Der vom Radius ausgehende Theil des M. flexor digitorum profundus entspricht dem fehlenden M. flexor pollicis longus. Langer.

Aus dem Hauptnerven geht bald nach den vorigen der zum M. flexor digitorum sublimis gehende Zweig, und etwas weiter unten der N. cutaneus palmaris, von welchem feine Fäden in den zuletzt genannten Muskel eindringen. N. medianus theilt sich danach in zwei Aeste, von welchen der eine die Mm. abductor brevis, oppenens und den oberflächlichen Kopf des M. flexor brevis pollicis, die beiden Ränder des Daumens und den Radialrand des zweiten Fingers, wie den ersten M. lumbricalis versieht; der andere Ast des Hauptnerven theilt sich in zwei Zweige, und von diesen sendet der eine ein Fädchen zu dem zweiten M. lumbricalis und versieht nachher die einander zugewandten Ränder des zweiten und dritten Fingers; der andere Zweig empfängt einen schwachen anastomotischen Ast vom N. ulnaris und zerfällt danach in Zweige für den dritten und vierten Finger.

Aus allen Plexuswurzeln gehen, beim Orang wie beim Menschen [1]) und Macacus [2]), Bündel in den N. medianus, und nur die Art und Weise wie die Plexuswurzeln ihre Beiträge liefern, ist verschieden. Ausserdem weicht dieser Nerv beim Orang von dem des Menschen dadurch ab, dass kein Zweig zum M. palmaris longus abgeht, wie auch in der Ursprungsart des N. interosseus anterior.

Der vorderste Nerv des *Plexus lumbosacralis* des Orang ist der zwölfte Dorsalnerv, und darauf folgen vier Lumbalnerven, so dass wie beim Menschen fünf präsacrale Nerven in den Plexus eingehen. Von diesen verhält sich der vorletzte Lumbalnerv, der von v. Jhering [3]) als N. furcalis bezeichnete, wie bei den anderen anthropoiden Affen und dem Menschen. Was die Plexusbildung im Übrigen betrifft, verweise ich auf beifolgende Abbildung Fig. 3, Tafel II., und auf die Beschreibung der einzelnen Nerven.

N. ilio-hypogastricus (i. h.), der sehr stark ist, geht vom D. XII. aus; auch beim Menschen [4]) kommt er aus dem ersten Nerven des Plexus, dem L. I., und beim Chimpansé [5]) aus dem D. XIII., der sich volkommen ebenso verhält, wie der erste Lumbalnerv des Menschen.

---

[1]) Henle, l. c. pag. 536.

[2]) Tyrrell Brooks, l. c.

[3]) v. Jhering, Das peripherische Nervensystem der Wirbelthiere. Leipzig. 1878, pag. 204.

[4]) Henle, l. c. pag. 564.

[5]) Champneys, l. c. pag. 210.

N. ilio-inguinalis (i. i.) ist schwach, hat zwei Wurzeln, eine aus jedem des D. XII. und des L. I.; beim Menschen [1]) und Chimpansé [2]) hat er denselben Ursprung wie der N. ilio-hypogastricus.

N. lumbo-inguinalis ist nicht gefunden worden.

N. spermaticus externus (sp. e.) aus dem L. I., ist sehr schwach; beim Menschen [3]) aus dem L. I., II.; beim Chimpansé aus dem D. XIII.

N. cutaneus femoris lateralis (c. f. l.) ist stark, hat zwei Wurzeln, die eine aus dem L. I., die andere und stärkste aus dem vom L. I. und II. zusammengesetzten Stamme; auch dieser Nerv geht beim Menschen [3]) aus entsprechenden Plexuswurzeln, nämlich dem L. II., III. aus; beim Chimpansé aus dem D. XIII. und dem L. I.

Die Nerven zum *M. quadratus lumborum* (a. und b.) kommen aus dem D. XII. und dem L. I., zum *M. psoas minor* (c.) aus dem L. I., zum *M. psoas major* (d.) aus dem vom L. I. und II. gebildeten Stamme; zum unteren Theile des zuletzt genannten Muskels, dem *M. ilio-psoas*, gehen mehrere Zweige (cr.'') aus dem N. cruralis. Auch was die Nerven dieser Muskeln betrifft, ist die Übereinstimmung mit dem Verhalten beim Menschen [4]) gross; beim Chimpansé wird der M. psoas minor von dem D. XIII. innervirt, bei Cynocephalus vom L. II. Der M. psoas major erhält beim Chimpansé Nerven von dem D. XIII. und dem N. cruralis, bei Cynocephalus vom letztgenannten Nerven und dem L. III.

Aus obigen Untersuchungen geht also hervor, dass die Nn. ilio-hypogastricus, spermaticus externus, cutaneus femoris lateralis und der Nerv zum M. psoas minor beim Orang und Chimpansé in der Reihe der Spinalnerven dieselbe Stellung einnehmen, und zwar ganz unabhängig von der Gliederung der Wirbelsäule — bekanntlich hat der Chimpansé 13, der Orang nur 12 Dorsalwirbel.

N. cruralis (cr.) entsteht aus zwei fast gleich starken Wurzeln: die vordere geht aus dem vom L. I. und II. gebildeten Stamme, die hintere aus dem L. III., also aus dem N. furcalis und den beiden letzten präfurcalen Spinalnerven, hervor. Die vordere Wurzel sendet vor der Vereinigung mit der hintern einen Nerven (cr.') ab, der sich in der Nähe des Schenkelbogens

---

[1]) HENLE, l. c. pag. 565.
[2]) CHAMPNEYS, l. c. pag. 210.
[3]) HENLE, l. c. pag. 568.
[4]) HENLE, l. c. pag. 562 und 569.

theilt, und dessen einer Zweig (pct.) den M. pectineus versieht, der andere wird ein Hautnerv. Nachdem der N. cruralis die zum M. ilio-psoas gehenden Zweige (cr.'') abgesandt hat, theilt er sich in seine secundären Aeste, den oberflächlichen und den tiefen. Diese sind hier ungefähr gleich stark; aus dem oberflächlichen gehen: ein Zweig zum M. sartorius, der N. saphenus, ein Fädchen zu dem Hautnerven, der zusammen mit dem Pectineuszweige ausgeht, so wie ausserdem ein paar Hautnerven. Der tiefe Cruraliszweig giebt zuerst einen für den M. vastus internus und den M. cruralis gemeinsamen Nerven und dann einen zum M. rectus femoris ab; der Rest verzweigt sich in die Mm. vastus externus, cruralis und subcruralis.

Der N. cruralis des Menschen [1]) kommt hauptsächlich aus dem L. II., III., IV., der des Chimpansé [2]) aus dem D. XIII., dem L. I., II., III.; bei jenem also aus dem N. furcalis und den beiden letzten, bei diesem aus dem N. furcalis und den drei letzten präfurcalen Spinalnerven. Der N. saphenus geht beim Menschen [3]) nicht wie beim Orang aus dem oberflächlichen Cruraliszweige, sondern aus dem tiefen, der darum bei jenem bedeutend stärker ist als der erstere.

N. *obturatorius* (obt.) geht mit einer Wurzel aus jedem des L. II. und III. (N. furcalis), aber ausserdem geht in diesen Nerven dicht unter der Vereinigung der Wurzeln ein feiner Faden vom L. I. ein. Der Nervenstamm theilt sich etwas vor dem Austritte aus dem Becken, was kopfwärts vom M. obturator externus geschieht. Der tiefer liegende Ast versieht den genannten Muskel, geht unter den M. adductor brevis, und sendet einen Zweig zur hintern Fläche des M. adductor magnus und einen zum vordern Rande des M. adductor minimus. Der oberflächliche Ast theilt sich in drei Nerven, die alle den M. adductor brevis durchbohren und sich verzweigen: der eine in die Mm. adductores magnus und brevis, der andere in die Mm. adductores magnus, brevis und longus, der dritte in den M. gracilis und in die Haut.

Die Weise, auf die der N. obturatorius bei dem von mir untersuchten Thiere aus den genannten Plexuswurzeln ging, weicht etwas von v. JHERINGS Beschreibung derselben beim Gorilla ab, womit das Verhalten beim Orang von ihm übereinstimmend ge-

---

[1]) HENLE, l. c pag. 562
[2]) CHAMPNEYS, l. c. pag. 210.
[3]) HENLE, l. c. pag. 571.

funden ist. Er sagt [1]): »Da wo letzterer (der letzte präfurcale Spinalnerv) sich mit dem Hauptstamme des N. furcalis vereinigt, entspringt, von beiden Nerven Fasern beziehend, der N. obturatorius». Beim Menschen [2]) hat der N. obturatorius seine hauptsächlichsten Wurzeln vom L. III. und IV.; von seinem oberflächlichen, vom M. pectineus bedeckten Aste geht zuweilen ein Zweig zu dem genannten Muskel ab. Dieser Pectineuszweig fehlt beim Orang, wo ausserdem der M. pectineus eine mehr laterale Lage hat. (Tafel I., Fig. 4.) CHAMPNEYS giebt an [3]), dass der N. obturatorius des Chimpansé vom D. XIII., dem L. I., II. ausgeht; demgemäss würde dieser Nerv keine Fasern aus dem N. furcalis beziehen. v. JHERING, der diese Angabe für einen Irrthum [4]) erklärt, hat bei zwei Chimpansés gefunden, dass Fasern vom N. furcalis zum N. obturatorius gehen. Bei CHAMPNEY's Chimpansé [5]) wurde der M. pectineus sowohl vom N. cruralis wie dem N. obturatorius innervirt; bei Cynocephalus dagegen nur vom N. cruralis.

N. ischiadicus (isch. T. II., Fig. 3) aus dem L. III., IV., S. I., II. Der Theil des N. furcalis, der in den N. resp. Plexus ischiadicus eingeht, ist grösser als die aus demselben Nerven ausgehenden Wurzeln zum N. cruralis und dem N. obturatorius. Der erste Sacralnerv zerfällt in zwei Theile, und der stärkere von diesen geht in den Ischiadicusstamm, fast gleichzeitig mit der Entstehung desselben durch die Vereinigung der Furcaliswurzel und des vierten Lumbalnerven, über. Aus dem auf diese Weise entstandenen Stamme gehen die beiden Wurzeln des N. gluteus superior, die sich nicht vereinigen, sondern als zwei getrennte Nerven weiter gehen, bis sie sich in ihre respectiven Muskeln verzweigen: der vordere (gl. s.) entspringt von der Dorsalfläche der vereinigten Lumbalnerven und versieht, nachdem er durch die Incisura ischiadica major gekommen ist, den M. gluteus minimus und den M. scansorius, und schickt einige Fäden zum M. gluteus medius; der hintere Nerv (gl. s'.) enthält Fasern vom L. IV. und dem S. I., sendet vor seinem Austritte aus dem Becken einen Zweig (f.) zum M. pyriformis und verläuft dann mehr dorsalwärts als ersterer, um sich schliesslich in den M. gluteus medius zu verzweigen. Der M. pyriformis erhält auch

1) l. c. pag. 205.
2) HENLE, l. c. pag. 573.
3) l. c. pag. 210.
4) v. JHERING, l. c. pag. 209.
5) l. c. pag. 211.

aus dem Hauptstamme einen Nerven (e.), der in den Muskel ganz in der Nähe des Zweiges vom N. gluteus superior eingeht. Der nächste Ast aus dem Stamme ist der für den M. gluteus maximus bestimmte N. gluteus inferior (gl. i.). Der zweite Ast des ersten Sacralnerven vereinigt sich mit einem Theile des zweiten Sacralnerven, und der auf diese Weise entstandene Stamm tauscht Fasern mit dem Ischiadicusstamme aus, wonach er als N. pudendus (p.) weiter geht. Da wo dieser Fasernaustausch Statt findet, entspringt von der Ventralfläche des N. ischiadicus ein Nerv (isch.'), welcher den M. obturator internus, den M. quadratus femoris und die Mm. gemelli versorgt. Der N. cutaneus post. (c. p.) entspringt mit mehrern Wurzeln von der Dorsalfläche des N. ischiadicus. Vor der Theilung des Stammes geht ferner ein schwacher Nerv zum kurzen Kopfe des M. biceps femoris, ein für den M. semitendinosus, den M. semimembranosus und die auf dem distalen Theile des Femur inserirenden Portion des M. adductor magnus gemeinsamer Nerv, und zuletzt ein Nerv zu dem langen Kopfe des M. biceps, von dem ein Theil sich fleischig längs der Linea aspera befestigt, während der Rest in die Fascia cruris übergeht. In der Höhe des Trochanter major theilt sich der N. ischiadicus in seine beiden Aeste, den N. peroneus und den N. tibialis.

Aus Obengenanntem wie aus Fig. 3, Taf. II. geht hervor, dass der N. ischiadicus bei dem untersuchten Thiere nur eine ganze Wurzel, nicht zwei hatte, was v. JHERING [1]) als Regel bei anthropoiden Affen und beim Menschen aufstellt. Hier liegt also vielleicht eine individuelle Abweichung vor.

Die Innervation des M. obturator internus vom Ischiadicusstamme kommt auch beim Menschen [2]) vor; wie beim Orang werden beim Chimpansé nach CHAMPNEYS [3]) der M. obturator internus, die Mm. gemelli und der M. quadratus femoris von einem gemeinsamen aus dem N. ischiadicus ausgehenden Nerven innervirt. Dass der M. obturator internus auch bei Cynocephalus vom sacralen Plexus versehen wird, scheint aus CHAMPNEYS' Mittheilungen hervorzugehen. Die Behauptung dieses Forschers, dass der M. obturator internus und der M. obturator externus *niemals* von demselben Nerven versehen werden, stimmt mit dem Verhältniss beim Menschen und den soeben genannten Affen

---

[1]) l. c. pag. 204.

[2]) HENLE, l. c. pag. 580.

[3]) CHAMPNEYS, l. c. pag. 210.

überein, streitet jedoch gegen KRAUSES[1]) Angabe, dass der N. obturatorius beim Kaninchen diese beiden Muskeln innervirt.

Der *N. peroneus* giebt in seinem Verlaufe längs dem Femur Haut- und Kapselnerven ab, wogegen keine Nerven in die Kniekehle ausgehen. Der N. peroneus superficialis, der stärker ist als der N. peroneus profundus, sendet einen für den M. peroneus longus und den M. peroneus brevis gemeinsamen Ast ab, worauf er durch die Fascia geht und sich in einen Ramus lateralis und einen Ramus medialis theilt, die sich gleichwohl nicht eher als in der Nähe des Fussgelenkes trennen. Diese beiden Aeste versehen die Haut auf der Dorsalseite des Fusses und der Zehen; der mediale Fussrand wird vom N. saphenus und der laterale von einem Zweige aus dem Ramus lateralis n. peroneus superficialis, vom N. communicans tibialis verstärkt, versehen. Der N. peroneus profundus nimmt also nicht an der Hautinnervation des Fusses Theil. Auf diesen für den Orang eigenthümliche Befund hat RUGE in seiner »Untersuchung über die Extensorengruppe am Unterschenkel und Fusse der Säugethiere»[2]) zuerst aufmerksam gemacht. In dieser Arbeit ist auch, Tafel XXXV., Fig. 45 eine Zeichnung über die Hautnerven der Zehen; hier fehlt jedoch der N. communicans tibialis, und von der Theilnahme desselben an der Hautinnervation des Fusses ist in genanntem Texte auch nicht die Rede. Vom N. peroneus profundus entspringt ein starker Nerv, welcher den M. extensor digitorum communis longus und den M. tibialis anticus versorgt: ein Zweig geht in den obern Theil der beiden Muskeln, ein anderer in den untern Theil derselben ein. Der Rest des N. peroneus profundus ist unbedeutend, geht beim Fussgelenke unter dem M. extensor hallucis longus, nachdem er zwei feine Fäden in diesen Muskel gesandt hat; so viel ich ermitteln konnte, steht er in keiner Verbindung mit dem N. peroneus superficialis. Nachdem der N. peroneus prof. einen Zweig zur Gelenkkapsel und einen zum M. extensor hallucis brevis gesandt hat, löst er sich in vier Zweige auf, die im M. extensor digitorum brevis enden oder möglicherweise in die Kapsel des Fussgelenkes hineingehen.

[1]) Anatomie des Kaninchens, pag. 256.

[2]) GEGENBAURS Morphologisches Jahrbuch. B. IV. Pag. 592–643. 1878.

Der N. peroneus innervirt dieselben Muskeln beim Orang wie beim Menschen, weicht jedoch, wie oben bemerkt worden, in Bezug auf die Hautinnervation des Fusses ab. Ausserdem kommt keine Communication mit dem N. tibialis am Unterschenkel vor; doch kann diese auch beim Menschen fehlen[1]).

Der *N. tibialis;* in der Kniekehle geht ein Nerv zum medialen Kopfe des M. gastrocnemius, einer zur Kniegelenkkapsel sowie der N. communicans tibialis ab; dieser steht, wie eben erwähnt, nicht mit dem N. communicans peroneus in Verbindung, versieht die Haut an der Lateralseite der Ferse und des Fusses, und mit dem N. peroneus superficialis zusammen den Lateralrand der fünften Zehe. Ferner gehen vom N. tibialis noch ein Zweig für das Kniegelenk und danach zwei kaum getrennte Nerven aus, der eine zum lateralen Kopfe des M. gastrocnemius, zum M. soleus und zu den beiden Köpfen des M. flexor digitorum fibularis (flexor hallucis longus), der andere zum M. popliteus und zum M. tibialis posticus. Der nächste Ast vom Hauptnerven theilt sich, wonach der eine Theil desselben den M. flexor digitorum tibialis versieht, der andere sendet einen Zweig zum untern Theile des M. flexor digitorum fibularis und verläuft nachher längs dem Ligamentum interosseum. Nachdem der N. tibialis ein paar feine Fäden zur Gelenkkapsel ausgesandt hat, giebt er, wo er sich theilt, eine Wurzel zum N. cutaneus plantaris proprius ab; die andere Wurzel dieses Hautnerven kommt von dem einen der Endäste des N. tibialis, dem *N. plantaris medialis.* Dieser Nerv theilt sich nachdem er einen Faden zum M. flexor digitorum brevis gesandt hat: der eine Zweig versieht die Mm. abductor, opponens, flexor brevis (der hier nur Einen Kopf hat) hallucis, die beiden Ränder der ersten Zehe und anastomosirt mit dem andern Zweige, der in Zweige für die einander zugekehrten Ränder der zweiten und dritten, der dritten und vierten Zehe und für den Medialrand der zweiten Zehe zerfällt, welcher letztgenannte Zweig auch den ersten M. lumbricalis versieht. Der *N. plantaris lateralis* sendet einen Nerven zum M. abductor digiti quinti und feine Fäden zur Gelenkkapsel; danach theilt er sich in einen Haut- und einen Muskelast. Vom Hautnerven geht ein Zweig zum lateralen Rande des Fusses ab, wonach er in einen Zweig für den

---

[1]) HENLE, l. c. pag. 586.

lateralen Rand der fünften Zehe und einen für die einander zugewandten Ränder der vierten und fünften Zehe zerfällt; der letztere Zweig anastomosirt mit dem Muskelnerven durch einen feinen Zweig, der den vierten M. lumbricalis durchbohrt. Der Muskelnerv giebt einen Zweig ab, der die Mm. flexor und opponens digiti quinti, die Mm. interossei des vierten Intermetatarsalraumes und den vierten M. lumbricalis versieht; ein Theil des Zweiges, der in den zuletztgenannten Muskel eingeht, ist der soeben genannte anastomosirende Zweig. Der nächste Zweig vom Muskelnerven innervirt den dritten M. lumbricalis und die Mm. interossei des dritten Intermetatarsalraumes. Nachher gehen Zweige zum zweiten M. lumbricalis und den Mm. interossei des zweiten Intermetatarsalraumes, und schliesslich zerfällt der Nerv in Zweige für den M. interosseus I., den M. adductor transversus und den M. adductor obliquus.

Der N. tibialis versieht beim Orang dieselben Muskeln wie beim Menschen; in der Anordnung dieses Nerven sowie auch der übrigen Nerven der hintern Extremität tritt dagegen ebenfalls beim Orang der von CHAMPNEYS [1]) beim Chimpansé bemerkte eigenthümliche Unterschied von den Nerven der hintern Extremität des Menschen hervor, der in einer Zusammenführung in secundäre Stämme von Nerven besteht, die beim Menschen von einander geschieden aus einem primären Stamme ausgehen. Als ein besonders instructives Beispiel eines solchen secundären Stammes mag der sowohl beim Chimpansé wie beim Orang vorkommende Nerv, der für den M. obturator internus, die Mm. gemelli und den M. quadratus femoris gemeinsam ist, hervorgehoben werden.

Anhangsweise führe ich hier einige Beobachtungen an, welche ich in Bezug auf andere Organe an dem untersuchten Orang gemacht habe, und die, da sie bisher unberücksichtigt geblieben oder abweichend dargestellt worden, der Erwähnung werth sein dürften.

Was zunächst *die Muskulatur* betrifft, hebe ich folgende Punkte hervor, welche als Berichtigungen oder Ergänzungen

[1]) l. c. pag. 210, Anmerk. 2.

der neuesten Untersuchungen von BISCHOFF [1]) und LANGER [2]) über die Myologie unseres Thieres zu betrachten sind.

Das *Platysma myoides* bedeckt den vordern Theil des Halses und der Schulter bis zum äussern Rande des M. trapezius und zum Ohre. Der hintere Theil des Muskels befestigt sich am Jochbogen, der mittelste geht in die Fascie und die Muskeln des Gesichts über; der vorderste ist am Unterkiefer befestigt; die Muskelfäden der beiden Seiten kreuzen einander so, dass die der linken Seite über denen der rechten liegen. Bei dem von CHAMPNEYS [3]) untersuchten Chimpansé verhielt sich dieser Muskel auf dieselbe Weise wie beim Orang. Falls, wie manchmal vorkommt, die Fäden dieses Muskels sich beim Menschen kreuzen, sollen es nach QUAIN die der rechten Seite sein, die am oberflächlichsten liegen.

M. sterno-cleido-mastoideus hatte zwei Köpfe: einen kleinern, der sehnig von der Clavicula ausging und einen bedeutend grössern vom Sternum; sie vereinigten sich bald zu einem Muskel. Nach BISCHOFF [4]) ist dieser Muskel beim Orang in zwei Muskeln getrennt.

M. omo-hyoideus war wenig entwickelt: schmal, länglich, nach beiden Enden zu gleichmässig schmaler werdend und mittelst schwacher Sehnen am Zungenbeine befestigt, sowie am Schulterblatte nahe bei der Incisura scapulæ. Kein Tendo intermedius.

M. digastricus maxillæ inferioris verhielt sich auf die von BISCHOFF [5]) beschriebene und dem Orang eigene Weise; ausserdem wurde eine vom vordern Theile des Muskels, in der Nähe der Insertionssehne ausgehende, äusserst schwache Sehne beobachtet, deren zweiter Endpunkt wahrscheinlich das Zungenbein gewesen, aber beim Entfernen der Zunge, des Zungenbeines und des Kehlkopfes übersehen und abgeschnitten

---

[1]) BISCHOFF, Beiträge zur Anatomie des Hylobates leuciscus und zu einer vergleichenden Anatomie der Muskeln der Affen und des Menschen. Abhandl. der bayer. Akad. der Wissenschaften. II. Cl. X. Bd. III. Abtheil. München 1870.

[2]) LANGER, Die Musculatur der Extremitäten des Orang als Grundlage einer vergleichend-myologischen Untersuchung. Sitzungsber. der kaiserl. Akad. d. Wissensch. zu Wien. LXXIX. Bd., III., IV. und V. Heft. 1879. Dritte Abtheilung.

[3]) l. c. pag. 176.

[4]) l. c. pag. 9.

[5]) l. c. pag. 10.

worden ist. Diese Sehne wird nicht von BISCHOFF erwähnt und ist nicht auf CUVIERS [1]) Tafeln abgebildet.

M. scalenus anterior fehlte; dies war gleichfalls bei dem von BISCHOFF untersuchten Exemplare der Fall, was dieser Forscher jedoch als eine individuelle Abweichung betrachtet, während andere Verfasser angeben, dass beim Orang dieser Muskel vorhanden ist [2]).

M. pectoralis minor entspringt von der zweiten bis zur vierten Rippe; die Sehne desselben befestigt sich theils an dem lateralen Theile der Clavicula und theils, mit einem weiter unten erwähnten Bande von fibrillärem Bindegewebe vereinigt, an dem Processus coracoideus. (Taf. II., Fig. 5.)

M. latissimus dorsi: ein bedeutender Theil des Muskels vereinigte sich mit dem M. teres major und hatte eine mit diesem Muskel gemeinsame Insertionssehne; einige Muskelfäden von der Aussenfläche befestigten sich auf der Sehne des *M. latissimo-condyloideus* BISCHOFF, aber die Innervation von verschiedenen Nerven beweist wohl entschieden, dass letzterer Muskel kein Theil des M. latissimus dorsi ist.

M. coraco-brachialis bestand aus zwei Theilen, die beide mit dem kurzen Kopfe des M. biceps brachii verwachsen vom Processus coracoideus ausgingen, und zwischen denen der N. cutaneus lateralis hervorging; sie vereinigten sich erst nahe beim Insertionspunkte.

M. supinator brevis war kräftig entwickelt; das untere Lager streckte sich längs der Insertionssehne des M. pronator teres auf den Radius, wodurch der Muskel eher verlängert als verkürzt erschien, welches letztere Verhältniss LANGER konstatirte [3]).

M. flexor pollicis brevis: ein Theil des medialen Kopfes dieses Muskels war an einem ligamentösen Bande oder einer Sehne befestigt, die mit zwei Schenkeln vom Metacarpo-phalangeal-Gelenke ausging, an der Grundphalange von einem Retinaculum festgehalten wurde und an der Basis der letzten Phalange endete. Die Beweglichkeit dieser Phalange muss sehr unbedeutend gewesen sein, nur auf der Verbindung des M. flexor pollicis brevis mit dem durch seine beiden Enden an Knochen befestigten ligamentösen Bande beruhend. WAG-

---

[1]) CUVIER et LAURILLARD, Recueil de planches de Myologie. 1849.
[2]) BISCHOFF, l. c. pag. 10.
[3]) LANGER, l. c. pag. 179.

STAFFE beschreibt in einem Aufsatze mit dem Titel: »Partial deficiency of the tendon of the long flexor of the thumb» [1]) eine ähnliche Anordnung bei einem Menschen im Zusammenhange mit unvollkommener Entwicklung der Sehne des M. flexor pollicis longus. LANGER [2]) fand von einem Theile des medialen Kopfes des M. flexor pollicis brevis eine deutliche Sehne, die sich an der Basis der zweiten Phalange befestigte und die Sehne des fehlenden M. flexor pollicis longus ersetzte.

M. gluteus maximus war schwach und inserirte gleich unter dem Trochanter major.

M. pyriformis hing mit dem M. gluteus medius am Ursprunge zusammen, war aber nicht, wie BISCHOFF angiebt [3]), mit dem untern Rande dieses Muskels vollständig vereinigt.

Mm. adductores femoris waren: die *Adductor longus*, *brevis* und *magnus*, von denen der letztere wiederum aus zwei deutlich getrennten Portionen bestand. Auf dieselbe Weise getheilt hat BISCHOFF [4]) die Adductorenmasse beim Chimpansé, Hylobates u. a. gefunden, doch nicht beim Orang, wo er nur einen Adductor longus und einen Adductor magnus aufführt, dagegen keinen Adductor brevis erwähnt. Der *M. pectineus* ging vom ventralen Rande des hintern Theils des Os ilium und des vordern des Os pubis aus; der M. adductor brevis, der sehr stark war und vom N. obturatorius durchbohrt wurde, entsprang vom Os pubis kopfwärts vom Foramen obturatorium. (Taf. I., Fig. 4.) Die vordere und grössere Portion des M. adductor magnus befestigte sich grösstentheils an der Linea aspera mit dem M. adductor longus zusammen; die andere hintere Portion inserirte zusammen mit einem kleinern Theile der ersten an dem distalen Theile des Femur; zwischen den beiden Insertionen gehen die Vasa femoralia zur Kniekehle. Siehe oben über die Innervation (pag. 12 und 14). LECHE [5]) hat bei Insectivora und andern Säugern einen vom N. ischiadicus innervirten und vom M. semi-membranosus differenzirten Beugemuskel, den M. praesemimembranosus, nachgewiesen, der beim Chimpansé in nähere Verbindung mit einem

---

[1]) Journal af Anatomy and Phys. Vol. VI. Part I. Nov. 1871. Pag. 212.
[2]) l. c. pag. 183.
[3]) l. c. pag. 28.
[4]) BISCHOFF, l. c. pag. 30.
[5]) Zur Anatomie der Beckenregion bei Insectivora. Kongl. Sv. Vetenskaps-Akad. Handl. B. 20. N:o 4, pag. 96.

vom N. obturatorius innervirten Adductor tritt und beim Menschen mit diesem Adductor zu dem von zwei verschiedenen Nerven versorgten M. adductor magnus verschmiltzt. Aus Obigem geht nun hervor, dass auch beim Orang die Verschmelzung der besagten Muskeltheile noch nicht vollständig ist, sondern sich ganz wie beim Chimpansé verhält.

M. quadratus femoris war schmal, länglich, nur beim Ursprunge mit dem M. adductor magnus zusammenhängend.

M. subcruralis bestand aus zwei deutlich getrennten Theilen, die dadurch entstanden waren, dass keine Fäden in der Mitte der Gelenkkapsel, sondern nur an den Seiten derselben inserirten.

Eine *Caro quadrata* Sylvii fand sich nicht vor; LANGER[1]) beschreibt beim Orang eine solche, BISCHOFF nicht. Im Zusammenhange mit der Abwesenheit derselben konnte ich einige anderen Abweichungen von der von LANGER geschilderten Anordnung der Sehnen der Zehenflexoren constatiren. Die von der Sehne des M. flexor digitorum communis tibialis PAGENSTECHER ausgehende Muskelmasse verstärkte die aus dem M. flexor digitorum brevis kommende durchbohrte Sehne zur vierten Zehe und sandte die durchbohrte Sehne zur fünften Zehe. Die zu dieser Zehe gehörende durchbohrende Sehne wurde durch einige Sehnenfäden vom M. flexor digitorum fibularis PAGENSTECHER (dem Flexor hallucis des Menschen) verstärkt.

Die kurzen Muskeln der grossen Zehe waren: *Mm. adductor obliquus* und *transversus*, *Mm. abductor*, *opponens* und *flexor brevis hallucis*. Der letztere dieser Muskeln hatte nur *einen* Kopf und war deutlich vom M. adductor obliquus getrennt. So werden diese Muskeln ebenfalls von LANGER[2]) und BISCHOFF[3]) beschrieben; dagegen sagt RUGE[4]): »Flexor brevis und Adductor hallucis bilden hier eine einheitliche Muskelplatte, welche keine natürliche Grenze zwischen ihren Bestandtheilen erkennen lässt u. s. w.»

Unter den übrigen Beobachtungen muss zuerst ein aus *fibrillärem Bindegewebe bestehendes Band* erwähnt werden, das sich längs dem caudalen Rande des Schlüsselbeins erstreckt. Es besteht aus einem dichtern, festern Theile, der nur in

[1]) l. c. pag. 190.
[2]) l. c. pag. 192.
[3]) l. c. pagg. 38 und 96. Taf. II., Fig. 4.
[4]) l. c. pag. 655. Taf. XXXV., Fig. 54.

der Nähe des Brustbeines an der Clavicula liegt, und einem etwas dünner mehr durchsichtigen,. der den ersten Theil, das eigentliche Band, mit dem eben genannten Knochen verbindet. Ein Theil des medialen Endes des Bandes befestigt sich am Manubrium sterni zwischen der Clavicula und der ersten Rippe; der Rest geht in die Kapsel des Sterno-clavicular-Gelenkes über. Lateralwärts befestigt es sich am Processus coracoideus, hat sich aber vorher mit der Sehne des M. pectoralis minor durchkreuzt und vereinigt. (Taf. II., Fig. 5.) Ein eben solches Band hat CHAMPNEYS bei dem von ihm untersuchten Chimpansé und PAGENSTECHER bei einem Cynocephalus leucophaeus gefunden [1]). Rolleston erwähnt sogar beim Menschen bezüglich der Beschreibung des M. subclavius [2]) »*the costo-coracoid membrane*, which may be taken to represent in fibrons tissue an aborted large-celled cartilaginous band which reached in the embryo from the acromion to the præsternum».

Da das oben beschriebene fibröse Band zur Clavicula und zum Sternum ganz dieselbe Lage einnimmt wie die Episternalien (Interclavicula) bei den Monotremen, so darf man wohl annehmen, dass genannte Bildungen bei diesen weit getrennten Thiergruppen einander wirklich homolog sind. Im Zusammenhang hiermit kann bemerkt werden, dass die im Sterno-clavicular-Gelenke beim Menschen und den Quadrumanen vorkommenden Menisci, die von der Gelenkkapsel ausgehen und von GEGENBAUR [3]) für Episternalbildungen gedeutet werden, bei dem untersuchten Orang rudimentär waren.

An den beim Orang wie den übrigen anthropoiden Affen vorkommenden *Kehlsäcken* hatten sich bei diesem jungen Individuum noch keine Recessi gebildet. Nach Entfernung des Platysma myoides und der Fettheile zeigte sich nur ein vom Zungenbeine zum Manubrium sterni sich erstreckender medianer Kehlsack, der den Kehlkopf, den M. sterno-cleido-mastoideus, den M. sterno-hyoideus und den mittlern Theil der obern Portion der Mm. pectorales majores bedeckte; bei genauer Präparation zeigte es sich jedoch, dass

---

1) CHAMPNEYS, l. c. pag. 179.

2) On the Homologies of certain Muscles connected with the Shoulder-joint. Trans. Linn. Soc. London. Vol. XXVI. 1870.

3) Ueber die episternalen Skelettheile bei den Säugethieren und beim Menschen. Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft. Bd. I. 1864.

obengenanntes Organ aus zwei beinahe gleich grossen (der linke etwas grösser), in der Mitte eng vereinigten Kehlsäcken bestand, die durch die Ventriculi Morgagnii in den Kehlkopf mündeten. Was die Respirationsorgane im Übrigen betrifft, kann bemerkt werden, dass beide Lungen ganz ungelappt waren.

Wie auch BISCHOFF [1]) gefunden hat, ging die *Arteria carotis sinistra* unmittelbar aus der Arteria innominata aus, nicht wie OWEN [2]) angiebt von einem »bi-carotid trunk». Der Ursprung der grossen Gefässe aus dem Bogen der Aorta ist Tafel I., Fig. 6 abgebildet. Zur Vergleichung wird in Fig. 7 OWENS Zeichnung über den Ursprung der Gefässtämme vorgelegt.

Die Zunge des Thieres ist Taf. I., Fig 8 abgebildet. Die Papillae circumvallatae gleichen sowohl der Anzahl wie der Anordnung nach denen der Zunge des Menschen. Das an den Seiten des hintern Theils der Zunge befindliche Organ, die Papilla foliata, ist unter den Affen (VON EHLERS [3])) beim Gorilla und (VON FORBES [4])) bei Brachyurus rubicundus gefunden worden. Die Anzahl der zwischen den Falten der Schleimhaut liegenden Furchen, die bei den eben genannten Thieren genau fünfzehn sein sollen, war beim Orang ungefähr eben so gross, doch kommen hierzu einige weniger starke Vertiefungen in den Falten der Schleimhaut, und die Grenze zwischen ihnen und den eigentlichen Furchen war schwer zu bestimmen.

Von der *Glandula submaxillaris* gehen zwei Ausführungsgänge ab, die sich jedoch bald vereinigen.

---

[1]) l. c. pag. 74.
[2]) Anatomy of Vertebrates. Vol. III. 1868.
[3]) Beiträge zur Kenntniss des Gorilla und Chimpansé. Abhandl. der k. Ges. d. Wiss. B. 28. Göttingen. 1881.
[4]) On the external characters and anatomy of the red Uakari monkey (Brachyurus rubicundus). Proceed. Zool. Soc. 1880.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I. und II.

Fig. 1. Plexus brachialis; etwas vergrössert.

C. Halswirbel.
D. Rückenwirbel.
ax. N. axillaris.
c. l. N. cutaneus lateralis:
c. l.′ Ast zum M. coraco-brachialis.
c. mdls. N. cutaneus medialis.
c. mds. Die beiden Aeste des N. cutaneus medius.
d. s. N. dorsalis scapulæ.
mdns. » medianus.
phr. » phrenicus.
r. » radialis; dessen Aeste:
r.′ N. cutaneus post. superior.
r.″ zum M. anconeus longus.
r.‴ » » » internus.
r.⁗ zu den Mm. anconei externus und internus.
scl. N. subclavius.
sps. » suprascapularis.
ss.′ Nn. subscapulares zum M. subscapularis.
ss.″ N. subscapularis zum M. teres major.
ss.‴ Nn. subscapulares zum M. latissimus dorsi.
th. a. Nn. thoracici anteriores.
th. p. N. thoracicus posterior.
u. N. ulnaris.
* Arteria brachialis.

Fig. 2. Hautnerven der Hand; $^1/_2$ nat. Gr.

c. l. und u. wie bei der vorigen Figur.
r. d. Ramus dorsalis nerv. ulnaris.
r. pr. » profundus nerv. radialis.
r. s. » superficialis » »

Fig. 3. Plexus lumbo-sacralis; etwas vergrössert.

D. Rückenwirbel.
L. Lendenwirbel.
S. Kreuzwirbel.
W. Wirbel.
a. und b. Nerven zum M. quadratus lumborum.

c. Nerv zum M. psoas minor.
c. f. l. N. cutaneus femoris lateralis.
cr. N. cruralis; dessen Aeste:
cr.′ Hautnerv, welcher einen Ast:
pct. zum M. pectineus entsendet.
cr.″ zum M. iliopsoas.
d. Nerv zum M. psoas major.
i. h. N. ilio-hypogastricus.
i.i. » ilio-inguinalis.
isch. » ischiadicus; dessen Aeste:
c. p. N. cutaneus posterior.
e. zum M. pyriformis.
gl. i. N. gluteus inferior.
gl. s. vorderer N. gluteus superior.
gl. s.′ hinterer » » », welcher einen Ast:
f. zum M. pyriformis entsendet.
isch.′ zu den Mm. obturator internus, quadratus femoris, gemelli.
k. l. m. Nerven zu den Mm. coccygeus, levator ani und zur Haut.
obt. N. obturatorius.
p. » pudendus.
sp. e. » spermaticus externus.
v. Ä. viscerale Aeste.

Fig. 4. Einige Muskelansätze am Becken.
a. br. M. adductor brevis.
a. l. » » longus.
pt. » pectineus.

Fig. 5. Clavicula mit einem Bindegewebsbande.
bd. Band aus Bindegewebe (blau).
cl. Clavicula.
cor. Processus coracoideus.
m. st. Manubrium sterni.
pt. m. M. pectoralis minor.
sc. Scapula.

Fig. 6 und 7. Ursprung der grossen Gefässe aus dem Bogen der Aorta: Fig. 6 nach dem untersuchten Thiere gezeichnet, Fig. 7 aus OWENS Anatomy of Vertebrates.
a. Aorta.
a. a. Arteria anonyma.
a. c. d. Arteria carotis dextra.
a. c. s. » » sinistra.
a. s. d. » subclavia dextra.
a. s. s. » » sinistra.

Fig. 8. Zunge: Oberfläche.
p. c. Papillæ circumvallatæ.
p. f. Papilla foliata.

II.

Ornithorhynchus paradoxus.

Mit Tafel III.

Eine im zootomischen Institute der hiesigen Hochschule vorgenommene Untersuchung der Extremitätennerven des eigenthümlichen Schnabelthieres hat nachstehende Resultate geliefert. Das untersuchte Exemplar war ein Männchen, vom vordern Rande des Schnabels bis zum Anus gerechnet, 40 Cm. lang. Bisher liegen nur vereinzelte Angaben über das peripherische Nervensystem des fraglichen Thieres vor, und zwar in den Arbeiten von Meckel [1]), v. Jhering [2]) und Ruge [3]). In der Benennung der Muskeln bin ich im Allgemeinen Coues [4]) gefolgt; an mehrern Punkten war ich veranlasst, die zeitigern myologischen Untersuchungen zu berichtigen oder zu ergänzen.

Gliederung der Wirbelsäule beim untersuchten Thiere: C. 7, D. 17, L. 2, S. 3, C. 20.

N. accessorius sendet einen Ast zum hintern Rande des M. sterno-mastoideus und mehrere Aeste, die mit dem C. II. und III. anastomosiren und in die obere Portion des M. trapezius eingehen; der Rest des N. accessorius geht zur untern Portion des letztgenannten Muskels und dringt in die Innenfläche desselben, nahe bei der Insertion an der Scapula, ein.

Auf dieselbe Weise werden beim Menschen [5]) und Orang die Mm. sterno-cleido-mastoideus und trapezius innervirt. Auch bei andern Säugethieren, z. B. der Katze [6]) und dem

---

[1]) Ornithorhynchi paradoxi descriptio anatomica. Lipsiæ. 1826.
[2]) Das peripherische Nervensystem der Wirbelthiere. 1878.
[3]) Zwei Abhandlungen im Morph. Jahrb. Bd. IV. Leipzig. 1878.
[4]) On the myology of the Ornithorhynchus. Proc. of the Essex Institute Vol. VI. P. III. 1871.
[5]) Henle, l. c. pag. 518.
[6]) Mivart, The cat. London. 1881. Pag. 275.

Kaninchen [1]), werden diese Muskeln vom N. accessorius versehen. Es liegt, zufolge der Verschiedenheit der Innervirung, keine direkte Homologie zwischen den ebengenannten Muskeln und denen gleichen Namens bei den Sauriern und den übrigen Reptilien vor. Vergl. FÜRBRINGER, Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln [2]).

M. rhomboideus wird vom C. III. innervirt.

In den *Plexus brachialis* (Taf. III., Fig. 1) gehen die ventralen Wurzeln der vier hintern Cervicalnerven, des D. I., sowie Theile der ventralen Wurzeln des C. IV. und D. II., ein. Von den fünf ganzen Wurzeln des Plexus brachialis ist die vorderste am schwächsten, die übrigen sind beinahe gleich stark. Diese Wurzeln verbinden sich zu kleinern secundären Geflechten, aus welchen erst die einzelnen Nervenstämme hervorgehen. So entsteht aus den beiden letzten Cervical-, dem ersten und zweiten Dorsalnerven eine Plexusbildung, aus welcher der N. ulnaris, eine Wurzel des N. medianus, Nerven, die sich wie N. radialis-Zweige verhalten, Haut- und Hautmuskelnerven entspringen. Eine kleinere Plexusbildung oder vielmehr ein Nervenstamm entsteht hauptsächlich aus den drei letzten Cervicalnerven, also theilweise aus denselben Nerven, wie das soeben genannte grössere Geflecht; aus jener gehen die grösste Wurzel des N. medianus, Nerven zu den Mm. biceps und coraco-brachialis und zur Haut, aus. Der vierte und fünfte Cervicalnerv vereinigen sich mit einander und den beiden nächstfolgenden; die aus ihnen ausgehenden Nerven endigen grösstentheils in den Muskeln der Schulter. Vergl. Tafel III., Fig. 1 und die Beschreibung der respectiven Nerven.

Nach v. JHERING [3]) geht ein Theil des D. II. in den Plexus brachialis mehrerer Säugethiere ein: Marsupialia, Bradypus, Sciurus vulgaris, Erinaceus europæus. DOBSON [4]), der eine kurze Beschreibung und eine Abbildung des Plexus brachialis des letztgenannten Thieres geliefert, lässt den D. II. nicht hineingehen, wohl aber einen Theil des C. IV., aus welchem der N. phrenicus hauptsächlich ausgeht. Der Plexus brachialis besteht also, den Angaben dieser Forscher gemäss, bei Erinaceus europæus aus denselben Nerven wie bei

---

[1]) KRAUSE, Anatomie des Kaninchens. Leipzig. 1868. Pag. 238.
[2]) Morphol. Jahrbuch. Bd. 1. Leipzig. 1876. P. 698.
[3]) l. c. pag. 136—172.
[4]) Monograph of the Insectivora. Part. I. London. 1882. Pag. 66. Plate VII. Fig. 4.

Ornithorhynchus paradoxus. Da nicht nur bei Ornithorhynchus sondern ebenfalls bei Erinaceus, welcher auch in vielen andern Organisationsverhältnissen sich dem primitiven Säugethiertypus sehr nähert (vergleiche HUXLEY: On the applications of the laws of evolution to the arrangement of the Vertebrata; Proceed. Zool. Soc. London 1880. P. IV., und LECHE: Zur Anatomie der Beckenregion bei Insectivora; Kongl. Sv. Vet. Akademiens Handl. Band 20. N:o 4), sowohl der C. IV. als auch der D. II. in der Plexusbildung Theil nehmen, so darf man mit Sicherheit annehmen, dass in der ursprünglichen Zusammensetzung des genannten Plexus der Säuger eine grössere Anzahl Nerven eingingen, als jetzt bei den höhern Säugern im Allgemeinen der Fall ist. In Übereinstimmung mit dieser Annahme finden wir, dass bei einzelnen und zwar vorzugsweise niedern Formen noch der eine oder der andere von den besagten Nerven an dem Plexus Theil nehmen kann. So, wie eben erwähnt, D. II. nach v. JHERING bei Marsupialia, Bradypus etc., nach KRAUSE [1]) beim Kaninchen; beim Menschen hat man dagegen nur ausnahmsweise einige Fäden des D. II. als an dem Plexus brachialis theilnehmend angetroffen [2]).

MECKEL [3]) giebt nicht den D. II. als in den Plexus brachialis des Schnabelthieres eingehend an, und er scheint nicht anzunehmen, dass die beiden oben erwähnten secundären Geflechten zum Theil aus denselben Wurzeln ausgehen; seine Angabe in Bezug auf einen gemeinsamen, aus dem vordern Geflechte ausgehenden Stamme für den N. radialis und den N. cutaneus lateralis fand ich nicht mit dem wirklichen Verhältniss übereinstimmend.

N. phrenicus (phr.) geht mit zwei Wurzeln aus dem C. IV. und V.

N. subclavius (scl.) geht von der Ventralseite des C. V. (und möglicherweise vom C. VI.) ab; er dringt in die Muskeln ein, die COUES zweifelnd Pectoralis minor und Subclavius genannt hat. Nach FÜRBRINGER [4]) sind diese Muskeln (oder ist dieser Muskel) sowohl dem M. costo-coracoideus des Krokodils, wie auch dem M. subclavius der Säugethiere homolog. Für diese Homologisirung sprechen nach Aussage des letzt-

---

[1]) l. c. p. 38 und 241.
[2]) HENLE, l. c. p. 507 und 531.
[3]) l. c. p. 34.
[4]) l. c. p. 788.

genannten Forschers sowohl die Innervation, wie auch der Ursprung und die Insertion.

Aus dem C. IV. und V. kommt ein Nerv (dlt.), welcher durch die grosse Incisur des vordern Randes des Coracoideum die von COUES mit grossem Zweifel genannte vordere Portion des M. deltoideus erreicht, diese versieht und danach in die Episternalportion des M. pectoralis eingeht, der COUES Aehnlichkeit mit einem M. deltoideus zuschreibt. FÜRBRINGER [1]) hat gelegentlich seiner Untersuchungen über die Schultermuskeln der niedern Wirbelthiere auch eine sehr ausführliche Beschreibung dieses Nerven bei Ornithorhynchus gegeben, die jedoch nur theilweise mit den hier geschilderten Verhältnissen übereinstimmt. Er führt an, dass bewusster Nerv sich in einen ventralen und einen dorsalen Ast theilt, deren erster dem N. supracoracoideus der Amphibien, Reptilien und Vögel homolog ist und den M. supracoracoideus versieht, während der andere wesentlich mit dem N. suprascapularis der placentalen und marsupialen Säugethiere übereinstimmt, und die Mm. supra- und infraspinatus innervirt. Diesen dorsalen Ast habe ich nicht gefunden und weiss nicht, welchen Muskeln FÜRBRINGER die Namen Supra- und Infraspinatus giebt; die Muskeln welche COUES (und wahrscheinlich auch MECKEL) so nennt, werden, wie weiter unten erwähnt wird, von einem aus dem C. V., VI. und VII. kommenden Nerven versehen. Aus FÜRBRINGERS Darstellung geht hervor, dass der Nerv dlt. so wie ich ihn bei dem von mir untersuchten Exemplare von Ornithorhynchus vorfand, *N. supracoracoideus* heissen muss, und dass der erste der Muskeln, die er versieht, M. supracoracoideus (Epicoraco-humeralis MIVART), nicht »anterior deltoid» ist.

N. subscapulares (ss.): vier schwache Nerven gehen vom C. V. ab; ihrer drei gehen in die Ventralfläche und den untern Rand der obern Portion des M. teres major; eine geht in die untere Portion dieses Muskels. Von der Ventralfläche des C. VII. geht ein anderer *N. subscapularis* (l. d.') ab und dringt in den M. latissimus dorsi ein.

M. serratus magnus wird von Nerven (s. m.) von der Dorsalfläche des C. VI. und VII. innervirt.

---

[1]) l. c. p. 719.

Nachdem der C. V. die schon genannten Nerven abgegeben hat und durch einige Fäden vom C. VI. verstärkt worden ist, vereinigt er sich mit einem Theile des C. VII. zu einem sehr *starken Stamme* (r. s.), dessen Aeste dem N. axillaris, dem N. suprascapularis(?) und dem Ramus superficialis n. radialis der Placentalien zu entsprechen scheinen. Dieser Stamm geht zwischen den beiden Portionen des M. teres major, nahe ihrer Insertion, nachher zwischen dem langen und dem innern Kopfe des M. triceps in der Nähe der Scapula, schickt einen Ast zum M. subscapularis (also noch einen N. subscapularis), einen (N. suprascapularis?) für den M. infraspinatus, den obern Theil des M. pectoralis major und den M. supraspinatus gemeinsamen Nerven, und einen (N. axillaris) für die hintere Portion des M. deltoideus. Der Rest des Stammes, Ramus superf. n. radialis, zerfällt in mehrere Aeste, die über den äussern Kopf des M. triceps zum Unterarme gehen, wo einige derselben in der Haut der Dorsalseite enden; die zwei stärksten gehen über die Muskeln des Unterarmes zum Handgelenke weiter: von diesen sendet der radialvärts liegende einen Zweig zum untern Theile des M. brachialis internus aus, von welchem Zweige Fäden in den Theil des N. radialis übergehen, der zwischen dem innern Kopfe des M. triceps und dem M. anconeus hervorgekommen ist; weiter geht ein Zweig ab, der in die einander zugewandten Flächen der Mm. extensor carpi radialis (»Flexor» carpi radialis, Coues) und supinator longus eindringt; der Theil dieses Astes, der über das Handgelenk geht, versieht die radiale Hälfte der Dorsalseite der Hand; die ulnare Hälfte der Hand wird von dem andern der über die Dorsalseite des Unterarmes hinlaufenden Nerven versehen, jedoch so, dass die Zweige dieses Nerven über die Mittellinie reichen und Theil daran nehmen die einander zugewandten Ränder des zweiten und dritten Fingers zu versehen; der Ulnarrand des fünften Fingers wird wahrscheinlich vom N. ulnaris innervirt.

Die beiden obengenannten (pag. 28) secundären Geflechte liegen medial von der Crista pectoralis; die aus ihnen kommenden Nerven gehen über die Insertionssehne des M. latissimus dorsi. (Taf. III., Fig. 2).

Aus dem vordern und kleinern Geflechte geht, wie schon erwähnt, ein Nerv (c. l. Taf. III., Fig. 1 und 2) aus, der sich in die beiden Portionen des M. biceps brachii, den M. coraco-

brachialis und den M. epicoraco-brachialis vertheilt. Dieser Nerv ist unzweifelhaft der *N. cutaneus lateralis* (musculo-cutaneus). Der fehlende Ast zum M. brachialis internus wird wie beim Kaninchen [1]) vom N. medianus ersetzt. Weder bei Ornithorhynchus noch beim Kaninchen sendet der N. cutaneus lateralis Hautäste aus.

N. medianus (mdns. Taf. III., Fig. 1 und 2), der, wie schon gesagt, von einer Wurzel aus jedem Geflechte entstanden ist, geht in Gesellschaft des grössern Theiles der Arteria brachialis distal von der Insertionssehne des M. latissimus dorsi durch das Foramen supracondyloideum; aus diesem hervorgekommen, sendet der Nerv einen Ast ab, der in den niedern Theil des M. brachialis internus eindringt; andere Aeste senken sich in den M. pronator teres und die beiden Portionen des M. flexor carpi radialis (COUES' »Extensor» carpi radialis) ein; um den innern Rand des letztgenannten Muskels geht ein Ast zum M. palmaris longus(?) COUES [2]) und dem untern Theile der Ulnarportion des M. flexor digitorum profundus. Der Rest des N. medianus geht ebenfalls um den innern Rand des M. flexor carpi radialis, zwischen diesem Muskel und dem M. flexor digitorum profundus ein, und schickt einen Zweig in den letztgenannten, nahe der Sehne desselben. Aus den genannten Muskeln herausgetreten, vereinigt sich der N. medianus am Handgelenke mit einem Theile eines aus dem grössern Geflechte ausgegangenen, oberflächlich und radial vom M. flexor digitorum communis profundus liegenden Nerven (c. p. T. III., Fig. 1). Unmittelbar nach dieser Vereinigung theilt sich der daraus entstandene Stamm in drei Aeste: einer derselben versieht die Haut auf dem obern Theile der Palmarseite der Hand; der radiale Endast theilt sich in zwei Zweige, von denen der eine einen Nerven zum kurzen Beugemuskel [3]) des ersten Fingers abschickt, und dann in Vereini-

---

[1]) KRAUSE, l. c. p. 248.

[2]) Dieser Muskel, der zwischen den beiden Portionen des M. flexor digitorum profundus eingebettet liegt, endet mit einer fadenähnlichen Sehne, die am Handgelenke mit der Sehne des M. flexor digitorum profundus auf der *Dorsalfläche* derselben verschmilzt, und kann also schwerlich als selbständiger Muskel betrachtet werden.

[3]) Dieser Muskel inserirt auf ganz dieselbe Weise wie die drei nächstfolgenden Mm. interossei; er unterscheidet sich von ihnen nur dadurch dass er proximalwärts, vom Carpus, ausgeht. Jeden der Mm. interossei des zweiten, dritten und vierten Fingers sah ich vom entsprechenden Mittelhandknochen ausgehen, nicht, wie COUES (l. c. p. 158) anführt, alle drei beinahe zusammen von der Mitte der Palmarfläche der Hand.

gung mit dem Reste des Nerven, von dem ein Theil am Handgelenke in den N. medianus einging, den Ulnarrand des ersten Fingers innervirt, und der andere den Radialrand des zweiten Fingers versorgt; auch der dritte der Endäste des N. medianus spaltet sich in zwei Zweige, wonach der eine einen Faden zum M. interosseus des zweiten Fingers absendet und den Ulnarrand dieses Fingers versorgt; der andere Zweig empfängt einen Verbindungsast vom N. ulnaris und innervirt den Radialrand des dritten Fingers. Die Innervation des ersten M. lumbricalis ist nicht wahrgenommen worden.

Aus dem hintern und grössern Geflechte geht ein Hautnerv (r.' Taf. III., Fig. 1, 2), der einen Zweig (l. c.') zum obern Theile der Innenfläche des M. latissimo-condyloideus (dorso-epitrochlearis)[1]) sendet. Ein anderer Nerv (r.") aus demselben Geflechte senkt sich in den untern Theil und die Innenfläche des langen Kopfes des M. triceps (M. rectus humeri COUES) hinein. Diese beiden Nerven und ein dritter (r.) entsprechen dem *N. radialis* auf dem Oberarme und dessen Ramus profundus auf dem Unterarme; der dritte und stärkste (r.) der drei Nerven geht zwischen dem innern Kopfe des M. triceps, M. vastus internus humeri, und dem M. anconeus (dem M. anconeus quartus oder parvus des Menschen) ein, versorgt diese Muskeln und den M. vastus externus humeri, durch mehrere in den distalen Theil der Muskeln eingehende Aeste, und läuft zwischen dem M. brachialis internus auf der einen, dem M. supinator longus und dem M. extensor carpi radialis auf der andern Seite, fort, nimmt Zweige von obengenanntem, in den M. brachialis internus eingehenden Nerven, geht danach unter dem M. supinator brevis und versieht sowohl diesen Muskel wie den M. extensor ossis metacarpi pollicis (Abductor pollicis longus), den M. extensor digitorum communis, den M. extensor digiti minimi und den M. extensor pollicis et digiti indicis MECKEL[2])

[1]) Sowohl beim Chimpansé (CHAMPNEYS, l. c. p. 180) wie beim Orang (siehe oben, p. 6) wird dieser Muskel von einem Aste des N. radialis innervirt. Der Muskel kommt bei allen Affen (BISCHOFF, l. c. p. 14), bei der Katze (The inner dorso-epitrochlearis, MIVART, l. c. p. 137), bei den Insectivoren (DOBSON, l. c.), bei Beutelthieren, beim Kaninchen (M. extensor parvus antibrachii, KRAUSE, l. c. p. 106) und andern vor: bei letztern wurde seine Innervation durch N. radialis nachgewiesen (KRAUSE, CUNNINGHAM).

[2]) Dieser Muskel inserirt nicht, wie COUES angiebt, an der Basis des fünften Metacarpalknochens; die Sehne desselben geht unter den Mm. extensores digiti minimi und digitorum communis und, vereinigt mit der aus der Sehne des letzten Muskels gebildeten fascialen Aus-

(»Flexor» carpi ulnaris COUES). Vom Aste zum M. extensor ossis metacarpi pollicis geht ein feiner Faden zum Handgelenke (N. interosseus posterior?).

N. *ulnaris* (u.), ebenfalls aus dem grössern Geflechte; dieser Nerv geht zwischen dem Olecranon und dem Condylus internus humeri zum Unterarme, vom M. antanconeus (epitrochleo-anconeus)[1]) bedeckt, sendet einen Ast in den obern Rand dieses Muskels hinein, einen zum Humerustheile des M. flexor digitorum profundus, einen zur ulnaren Portion des M. flexor carpi ulnaris (»Extensor» carpi ulnaris COUES) und einen zu dessen humeraler Portion; der N. ulnaris läuft nachher zwischen den Mm. flexores carpi ulnaris und digitorum profundus weiter und schickt auf der obern Hälfte des Unterarmes den Ramus dorsalis(?) aus, der, auf der ulnaren Seite der Sehne des M. flexor carpi ulnaris hervorgekommen, mit einem auf der Ulnarseite des Armes hervorgehenden Hautnerven anastomosirt, worauf er in mehrere Zweige für den Ulnarrand der Hand und des fünften Fingers zerfällt. Da das untersuchte Individuum schon vor der Untersuchung abgebalgt war und dadurch die oberflächlich liegenden Nerven, besonders beim Handgelenke, beschädigt worden waren, konnte man die Endzweige dieses Nerven nicht genauer verfolgen. Dass er den Ulnarrand des fünften Fingers ebenfalls auf der Dorsalseite versieht, ist wahrscheinlich, dass er sich aber nicht weiter auf dieser Seite der Hand ausbreitet, geht aus dem früher (pag. 31) erstatteten Berichte in Bezug auf die Nerven derselben Seite hervor. Der N. ulnaris kommt auf der radialen Seite der Sehne des M. flexor carpi ulnaris hervor und vereinigt sich beim Handgelenke mit dem aus dem grössern Geflechte ausgehenden,ulnarwärts vom M. flexor digitorum profundus liegenden Nerven (c. p.'); der auf diese Weise entstandene Stamm zerfällt in zwei Aeste, die

breitung, zum ersten und zweiten Finger. (Auf der Tab. V in MECKELS Werk hat er den Namen Indicator bekommen, während der M. abductor pollicis »Extensor pollicis» genannt wird).

[1]) Dieser Muskel existirt bei vielen: der Katze (MIVART. l. c. p. 149, The fifth and much smallest part of the triceps) und, obgleich weniger entwickelt, bei Macacus cynomolgus, beim Kaninchen (Anconeus quartus KRAUSE), nicht selten auch beim Menschen u. a.; bei allen wird er wie bei Ornithorhynchus vom N. ulnaris innervirt. KRAUSE's Angabe (l. c. p. 250), dass er vom N. radialis versehen wird, kommt wahrscheinlich von einer Verwechslung mit dem vom Condylus *externus* ausgehenden beim Menschen, Macacus, Felis domestica, Ornithorhynchus u. a. vorkommenden M. anconeus, der gewöhnlich den Namen Anconeus quartus s. parvus führt.

man jedoch nicht wohl den »oberflächlichen» und den »tiefen» nennen kann, da beide gleich oberflächlich, ventral von der Sehne des M. flexor digitorum profundus und der davon entspringenden Muskelmasse (M. flexor digitorum sublimis COUES) liegen, deren Innervation nicht untersucht werden konnte. Der ulnare Endast des N. ulnaris sendet einen Zweig, der den vierten M. lumbricalis und den M. contrahens [1]) von den Dorsalflächen derselben versieht und danach unter der Flexorsehne des fünften Fingers den grössern der Zwischenknochenmuskeln [2]) dieses Fingers erreicht; (es glückte nicht, einen Nerven zum kleinern derselben zu finden;) ein anderer Zweig desselben geht zwischen der Flexorsehne des vierten Fingers und dessen M. interosseus und sendet einen Faden in die Ventralfläche des genannten Muskels, einen andern in die Dorsalfläche des dritten M. lumbricalis; nachdem er diese beiden Zweige abgeschickt hat, versieht der ulnare Endast des N. ulnaris die einander zugekehrten Ränder des vierten und fünften Fingers. Der mehr radial liegende Endast des N. ulnaris sendet eine Anastomose zum N. medianus, sowie einen Zweig, der dorsal von der Flexorsehne des dritten Fingers den M. interosseus dieses Fingers und den zweiten M. lumbricalis versieht; der Rest des Endastes geht zu den einander zugekehrten Rändern des dritten und vierten Fingers.

Vom hintern Geflechte geht schliesslich ein *starken Nervenstamm* aus (c.'), der zwei auf der Volarfläche des Unterarmes gehende Nerven zur Palmarseite der Hand aussendet; der eine (c. p.) derselben verläuft radialwärts vom M. flexor digitorum communis profundus (vergleiche N. medianus); der andere (c. p.') ulnarwärts von demselben Muskel (vergleiche N. ulnaris). Diese beiden Nerven scheinen durch ihren Ursprung aus den hintern Plexuswurzeln und ihren Verlauf am Unterarme dem N. cutaneus medius (cutaneus internus) anderer Säugethiere zu entsprechen, obgleich sie bei Ornitho-

---

[1]) So habe ich einen, von COUES nicht erwähnten, gleichmässig schmalen Muskel genannt, der von der Basis des dritten Mittelhandknochens zur Radialseite der ersten Phalange des fünften Fingers geht.

[2]) Von diesen giebt es, wie COUES angiebt, zwei (In MECKEL'S System der vergleichenden Anatomie, III Theil, p. 571 wird nur *ein* Muskel für den fünften Finger angegeben); doch fand ich den Ursprung und die Insertion derselben von dem von COUES angegebenen Verhältnisse abweichend: der grössere ging auf dieselbe Weise wie die Mm. interossei der drei Mittelfinger, der kleinere, oberflächlichere und sehr schmale vom Os pisiforme aus; beide inserirен gemeinsam auf der äussern Seite der ersten Phalange des fünften Fingers.

rhynchus, keine Hautnerven sind, wenigstens nicht hauptsächlich. Der Rest des Stammes c.′ dringt in den grossen Hautmuskel ein.

Vom C. VII. und VIII. und von dem vom D. I. und II. entstandenen Stamme geht ein sehr starker Nerv (pt.′) aus, der den untern Theil des M. pectoralis major versieht (pt.″ Taf. III., Fig. 2) und sich ausserdem in Haut- oder Hautmuskelnerven vertheilt; wahrscheinlich ist es ein N. thoracicus anterior.

Der *Plexus lumbo-sacralis* (Taf. III., Fig. 3) des Schnabelthieres besteht aus den ventralen Wurzeln des D. XVII. und dem grössern Theile der des D. XVI., denen der beiden Lumbal- und der drei Sacralnerven. Die Lumbalnerven und der D. XVII. sind am stärksten. Die beiden vordersten Wurzeln liegen nach dem Austritte aus den Foramina intervertebralia in den M. psoas minor, die beiden folgenden in den M. psoas major eingebettet; die Sacralnerven treten lateral vom M. sacrococcygeus hervor. Aus dem D. XVI. geht, ausser dem in den Plexus eintretenden Theile, ein Intercostalnerv (b.) aus, der die siebzehnte Rippe entlang läuft, von dieser durch den M. quadratus lumborum geschieden wird und die Bauchmuskeln versorgt; dieser Intercostalnerv steht durch eine Anastomose (a.) mit dem D. XV. in Verbindung. Vom D. XVII. gehen keine Fäden zum N. ischiadicus; dagegen sendet der L. I., der zum allergrössten Theile in diesen Nerven eingeht, einen Ast zum N. cruralis und einen äusserst feinen Faden zu der einen Wurzel des N. obturatorius. Der L. II. geht ungetheilt in den N. ischiadicus ein, der S. I. ist der N. bigeminus.

In Bezug auf den Plexus lumbo-sacralis kommen also bei meinem Ornithorhynchus zwei wichtige Abweichungen von dem Verhalten bei dem von v. JHERING [1]) untersuchten Thiere vor; der D. XVII. war nicht der N. furcalis, und in den N. ischiadicus ging nur *eine* ganze Wurzel ein. Von den von MECKEL [2]) gelieferten Angaben über den Plexus lumbosacralis weicht die hier vorliegende Beschreibung nur in Bezug auf die Stärke der Plexuswurzeln ab.

Auf Tafel III., Fig. 3 hinweisend, gehen wir nun zur Beschreibung der einzelnen Nerven über.

---

[1]) l. c. p. 134. Taf. III., Fig. 3.
[2]) l. c. p. 34.

M. psoas minor[1]) erhält einen Nerven (c.) vom D. XVI. und mehrere aus den davor liegenden Dorsalnerven.

M. quadratus lumborum wird vom D. XVI. und XVII. innervirt (d. und e.).

Ein Hautnerv (f.) geht vom D. XVII. vor der Theilung desselben aus; einer seiner Zweige geht zwischen den Bauchmuskeln an deren hintern Rande ein, der Rest durchdringt die Fascie am äussern, vordern Theile des Oberschenkels.

Der Theil des D. XVI., der in den Plexus lumbo-sacralis eintritt, giebt, wo er sich in Wurzeln der Nn. cruralis und obturatorius theilt, einen Hautnerven (g.) ab, der über die Sehne des M. psoas und den M. sartorius weiter geht, um in Gesellschaft mit Venen und Arterien die Fascie lateral von den Ossa marsupialia vor dem M. gracilis zu durchbohren.

Von der aus dem D. XVI. kommenden Wurzel des N. cruralis geht ein äusserst feiner Nerv (h.) über die Fascia iliaca zur Haut der Vorderseite des Oberschenkels.

N. *obturatorius* (obt.) erhält Fäden aus den drei vordersten Nerven des Plexus: die grösste Wurzel kommt vom D. XVI.; die etwas schwächere, aus dem D. XVII., erhält vor ihrer Vereinigung mit der ersten einen feinen Faden vom L. I. Der Nerv liegt über dem M. psoas major, parallel mit und medial von der Sehne des M. psoas minor, tritt (Taf. III., Fig. 4) aus dem Foramen obturatum zwischen den beiden nicht vollständig getrennten Muskeln aus, die von COUES Obturator externus a. und b.[2]) genannt werden, theilt sich dabei in zwei Aeste, von denen der eine die beiden genannten Muskeln von ihren Ventralflächen, den M. adductor brevis vom hintern Rande, den M. adductor longus vom dorsalen Rande und den M.

[1]) Dieser Muskel ging, wie MECKEL (l. c.) angiebt, von den *fünf* hintern Rückenwirbeln aus; COUES (l. c. p. 158) behauptet, dass er von *acht* oder *neun* entspringt.

[2]) Obturator externus a. entspricht dem M. obturator externus der übrigen Säugethiere. Obturator externus b. ist nach LECHE (l. c. p. 80) einem von ihm bei Insectivora gefundenen Muskel, dem M. obturator intermedius, homolog, dessen Differenzirung aus dem M. obturator externus sich, nach der Angabe dieses Forschers, nachweisen lässt; diese Annahme wird durch die von mir angetroffene Innervationsart bestätigt. Der Muskel geht, wie beim Erinaceus, etwas caudalwärts vom M. pectineus aus, von diesem Muskel durch den Beutelknochen getrennt (vergl. Taf. III., Fig. 4). Die beiden Muskeln liegen neben einander, der M. obturator intermedius befestigt sich an der dorsalen Seite des Femur, der M. pectineus distalwärts, mittelst einer langen Sehne, am medialen Rande desselben. Jener Muskel wird vom M. adductor longus, dieser vom M. adductor brevis bedeckt.

adductor magnus [1]) von der Dorsalfläche desselben her versorgt. Der andere Ast des N. obturatorius dringt zwischen den Mm. adductores longus und magnus nahe bei deren Ursprung hervor, wendet sich rückwärts und schickt einen Ast aus, der in zahlreiche Zweige zerfällt, die in die Ventralflächen der Mm. semitendinosus und semimembranosus eindringen; der Rest verbreitet sich in viele Zweige getheilt in dem M. gracilis von der dorsalen Fläche desselben her.

N. cruralis (cr. Taf. III., Fig. 3) entsteht aus denselben Plexuswurzeln wie der N. obturatorius: seine stärkste Wurzel erhält er vom D. XVII.; die beiden aus dem D. XVI. und dem L. I. kommenden Wurzeln sind untereinander ungefähr eben so stark. Der erste N. cruralis-Ast (i.) sendet Zweige in den M. psoas major, den vordern Rand des M. pectineus und den M. sartorius; danach geht ein Hautnerv (k.) ab, der, nachdem er einen Zweig in den vordern Rand des M. sartorius gesandt hat, über diesen Muskel zur innern Seite des Unterschenkels verläuft, wo er auf dem vordern Theile des Schenkels Zweige zur Haut abgiebt und zum Fussgelenke weiter geht. Danach folgen feine Fäden zum M. iliopsoas (l.) und ein Muskelast (cr.'); dieser geht über den M. iliacus, sendet danach zwischen dem M. sartorius und dem M. rectus femoris einen Zweig zum proximalen Theile der Mm. vasti und zum ventralen Rande des M. gluteus minimus COUES, geht medial vom M. rectus femoris in die vordere Fläche der Mm. vasti, welche zu einem Muskelkörper vereinigten Muskeln dabei mehrere Fäden erhalten; aus den Mm. vasti hervorgekommen, läuft dieser Ast des N. cruralis lateral von der Patella, unter einem Ligamente zwischen diesem Knochen und dem Peronecranon, zum Unterschenkel weiter, wo er zwischen den Mm. tibialis anticus und extensor hallucis longus geht und diese Muskeln von ihren einander zugevandten Flächen her versorgt, welche eigenthümliche Innervations-Art RUGE [2]) zuerst beschrieben hat. Nachdem der N. cruralis den jetzt beschriebenen Muskelast abgegeben hat, sendet er zwei Fäden (r. f.) in die

[1]) Dieser Muskel war weniger selbständig als COUES (l. c. p. 160) ihn beschreibt; er ging mit dem M. semitendinosus COUES vereinigt aus und war bei der Insertion mit dem M. adductor longus verwachsen. (Taf. III., Fig. 4).

[2]) Untersuchung über die Extensorengruppe am Unterschenkel und Fusse der Säugethiere. Morphol. Jahrbuch. Band IV. Leipzig 1878. Pag. 597. Taf. XXXII., Fig. 1 und 2.

Vorderfläche des M. rectus femoris und geht als N. saphenus medial von der Patella zur Vorderseite des Unterschenkels, theilt sich in mehrere Aeste, die gegen das Fussgelenk hin verlaufen, wo sie sich mit dem Hautnerven (k.) kreuzen, mit welchem der medialste Saphenusast anastomosirt; danach versorgen die Aeste des N. saphenus den medialen Fussrand und die einander zugewandten Ränder der ersten und zweiten, sowie zum Theil die der zweiten und dritten Zehe.

Nachdem der L. I. die obengenannten Beiträge zu den Nn. obturatorius und cruralis gegeben hat, vereinigt er sich mit dem L. II. zum N. *ischiadicus* (isch.); in der Beckenhöhle geht der N. gluteus superior (gl. s.) ab, der, nachdem er die Incisura ischiadica major passirt hat, in die dorsale Fläche des M. gluteus medius COUES eindringt, und diesen sammt dem M. gluteus minimus COUES versorgt [1]); dann geht vom Stamme der verhältnissmässig unbedeutende N. peroneus (per.) ab, worauf der Rest, also der N. tibialis, mit einem Theile des S. I. verstärkt wird. Sowohl die beiden Ischiadicusäste als der Plexus pudendus liegen medial vom M. gluteus medius, vom M. pyriformis COUES [2]) bedeckt. (Taf. III., Fig. 5.) In des letztgenannten Muskels ventrale Fläche dringt ein Zweig (pr.') vom N. peroneus ein; von diesem Nerven geht ferner ein Ast, der N. communicans peroneus (c. per.), ab, der sich mit einem vom N. tibialis ausgehenden, stärkern Nerven vereinigt; nachdem der N. peroneus ferner einen feinen Hautnerven (per.') abgesandt hat, der über den M. biceps zur Vorderfläche des Unterschenkels geht, setzt er seinen Lauf dorsal vom M. quadratus femoris MECKEL und dem M. caudofemoralis [3]) fort; dann geht er

[1]) Die beiden unvollständig getrennten Mm. glutei medius und minimus COUES werden von MECKEL als *ein* Muskel betrachtet, den er einmal Gluteus tertius (l. c. p. 28), einmal Gluteus minimus (l. c. p. 62) nennt. LECHE (l. c. p. 75) nimmt an, dass COUES' Gluteus minimus dem bei Chimpansé, Orang, bei mehreren Fledermäusen etc. vorkommenden M. scansorius homolog ist. Beim Orang (siehe oben, p. 13) wird sowohl der M. scansorius wie der M. gluteus minimus vom N. gluteus superior innervirt. Nach der Innervation zu schliessen, sowohl vom N. cruralis (siehe oben) als auch vom N. ischiadicus, ist der Gluteus minimus COUES bei Ornithorhynchus dem bei Reptilien vorkommenden M. ilio-femoralis und dem ihm entsprechenden M. iliacus externus posterior bei Ratiten homolog, welche Muskeln auf diese Weise innervirt werden. Vergleiche GADOW, Beiträge zur Myologie der hinteren Extremität der Reptilien. Morphol. Jahrb. Bd. VII. Leipzig, 1882. Pag. 387.

[2]) MECKEL (l. c. p. 28) nennt diesen Muskel Gluteus medius.

[3]) Dieser Muskel wird von Meckel Pyriformis, von COUES Quadratus femoris genannt; dass er kein M. pyriformis ist, geht aus seiner Lage, ventral vom N. ischiadicus, hervor; bezüglich des M. quadratus fe-

ventral vom M. biceps femoris zu den Muskeln des Unterschenkels, wo dessen schon vorher entstandenen Aeste sich trennen. Der N. peroneus superficialis geht über den M. peroneus longus zur Dorsalfläche des Fusses, die er versorgt, wie auch die einander zugekehrten Ränder der dritten und vierten, der vierten und fünften, sowie mit dem N. saphenus vereinigt, die der zweiten und dritten Zehe; der N. peroneus profundus dringt in den proximalen Theil des M. peroneus longus ein, versorgt diesen Muskel und zugleich die Mm. extensores minimi digiti und brevis digitorum; ein Ast des N. peroneus profundus geht längs dem Rande des letztern Muskels, sendet Fäden zu den beiden soeben genannten Extensoren und endigt in der Kapsel des Fussgelenkes; der Rest des N. peroneus profundus dringt zwischen dem M. peroneus longus und dem M. extensor minimi digiti zum M. extensor longus digitorum, worauf er mit einem feinen Faden für den M. extensor hallucis longus endigt.

Aus dem N. tibialis (tb. Taf. III., Fig. 3, 5) geht der N. gluteus inferior (gl. i.), der einen Zweig zum vordern Rande des M. caudo-femoralis sendet und ventral von diesem Muskel, dorsal vom M. biceps femoris geht, mit den Pudendusnerven anastomosirt und sich in der ventralen Fläche des M. gluteus maximus verzweigt; einige der Zweige desselben gehen zum M. flexor accessorius a cauda ad tibiam tendens [1]) und einer durch diesen Muskel zu dem mit ihm verbundenen M. intertibialis; die zu den beiden letztgenannten Muskeln gehörenden Nerven endigen wahrscheinlich in der Hautmuskulatur. Der N. tibialis sendet ferner einen Hautnerven (m.) ab, der dorsal vom M. caudo-femoralis und längs der ventralen Fläche des M. gluteus maximus verläuft, und über dem vordern Rande dieses Muskels hervorkommt, um sich in der Haut am untern Theile seiner Dorsalfläche und an der hintern und äussern Seite des Unterschenkels zu verzweigen. Gleichzeitig mit diesem Hautnerven und dem N. gluteus inferior geht vom N. tibialis ein Nerv (bc.') ab, der sich in zwei Aeste theilt, von denen der

moris siehe unten. LECHE (l. c. p. 90, Fig. 84) hält es für sehr wahrscheinlich, dass dieser Muskel bei Ornithorhynchus einem bei Tupaia, Macroscelides, Echidna, Lutrinae u. a. vorkommenden Muskel, dem M. caudo-femoralis, homolog ist, und da ausserdem das Lageverhältniss zum N. ischiadicus mit dem des soeben genannten Muskels übereinstimmt, habe ich geglaubt, ihn so nennen zu können.

[1]) Dieser Muskel ist nach LECHE (l. c. pag. 71) dem M. femoro-coccygeus homolog.

eine mit mehrern Fäden den M. quadratus femoris MECKEL[1]) von der dorsalen Fläche, die Mm. semitendinosus und semimembranosus vom vordern Rande her versorgt; der andere Ast geht ventral vom M. caudo-femoralis zur Ventralfläche des proximalen Theiles des M. biceps femoris und zur Dorsalfläche des M. semimembranosus[2]). Der nächste Ast des N. tibialis ist der N. communicans tibialis (c. tb.), der zwischen den Mm. biceps und semimembranosus den N. communicans peroneus aufnimmt, geht ventral von jenem Muskel weiter und dann längs der Sehne des M. gluteus maximus zum lateralen Fussrande, wo wir ihn zur Beschreibung der Nerven an der Plantarfläche des Fusses verlassen. Der N. tibialis geht wie der N. peroneus dorsal vom M. caudo-femoralis zwischen dem M. biceps und den darunter liegenden Muskeln ein; bald nach dem N. communicans tibialis gehen zwei Aeste ab, die indessen den Stamm bis zu seinem Eintritte zwischen den beiden Köpfen des M. gastrocnemius und dem M. popliteus begleiten; der kleinere dieser Nerven versorgt den kleinern Kopf des erstern Muskels von dessen lateralem Rande, der grössere spaltet sich in drei Zweige, die folgendermassen eingehen: der eine in die einander

---

[1]) COUES nennt diesen Muskel Obturator internus, obgleich er seinen Ursprung an der äussern, nicht innern Fläche des Beckens hat. Seine Lage, die unmittelbar caudalwärts vom M. obturator externus ist, scheint beinahe vollkommen mit dem Verhalten des M. quadratus femoris bei mehrern Insectivora, besonders dem Chrysochloris übereinzustimmen (LECHE, l. c. pag 76 und f.; Fig. 88 und 93). Ausserdem wird er, wie der M. quadratus femoris bei Thylacinus und Phalangista (CUNNINGHAM, The nerves of the hind-limb of the Thylacine and Cuscus. Journal of Anatomy and Physiology. Vol. XV. Part II. January 1881, pag. 270), von einem Zweige vom Nerven zu »the hamstring muscles» innervirt.

[2]) Die doppelte Innervation der Mm. semimembranosus und semitendinosus sowohl vom N. obturatorius (siehe oben) als auch vom N. ischiadicus zeigt, dass diese Muskeln zusammengesetzt sind. Nach LECHE (l. c. pag. 97) findet oft eine direkte Verbindung zwischen dem M. adductor magnus und dem M. semimembranosus statt. Hier würden also möglicherweise die ventralen Theile der Mm. semimembranosus und semitendinosus, die vom N. obturatorius innervirt werden und beim Ursprunge mit dem Adductor magnus COUES zusammenhängen, Adductoren-Elemente enthalten. Die Muskeln, die nach GADOW (l. c. pag. 398 und 401) bei Reptilien den besprochenen entsprechen, sind der M. flexor tibialis externus und M. flexor tibialis internus; sie werden bei Schildkröten sowohl vom N. ischiadicus als auch vom N. obturatorius innervirt; so verhält es sich auch in Bezug auf letztern Muskel bei Krokodilen. Die entsprechenden Muskeln bei Ratiten, der M. caudi-ilio-flexorius und der M. ischio-flexorius werden dagegen nur vom N. ischiadicus versorgt (GADOW, Zur vergleichenden Anatomie der Muskulatur des Beckens und der hinteren Gliedmasse der Ratiten. Jena 1880, pag. 41 und 42).

zugewandten Flächen der Mm. popliteus und plantaris COUES[1]) und in die Dorsalfläche des M. tibialis posticus, der andere theils in den innern Rand des grössern Kopfes des M. gastrocnemius, theils in die diesem Muskel zugewandte Fläche des M. flexor longus digitorum; der dritte Zweig, N. plantaris externus, folgt dem Hauptnerven zwischen den beiden Köpfen des M. gastrocnemius hinein und weiter zwischen den Sehnen dieses Muskels und des M. flexor longus digitorum zum Fussgelenke, wo sie zwischen dem Os calcaneus und dem Sporen gehen, wobei der Zweig oberflächlicher liegt als der Stamm, den Kopf[2]) des M. flexor digitorum longus, der vom Calcaneus ausgeht, versorgt und lateralvärts weiter geht um sich mit dem N. communicans (External saphenous, CUNNINGHAM) zu vereinigen. Dieser Nerv ist hier nicht nur Hautnerv; er geht über das Fussgelenk lateral vom Calcaneus (Taf. III., Fig. 5), versorgt den lateralen Fussrand (mit dem N. peroneus superficialis zusammen auch den der Dorsalseite), die einander zugewandten Ränder der vierten und fünften Zehe an der Plantarseite, geht dorsal von einem vom Calcaneus ausgehenden, oberflächlichen Muskel (dem einen von RUGE's Mm. contrahentes digiti quinti)[3]) in die Tiefe, vereinigt sich mit dem N. plantaris externus, um, indem er zwischen den Mm. contrahentes und den Mm. interossei geht, diese beiden Muskelgruppen zu innerviren. Der Rest des Hauptnerven, der N. plantaris internus, sendet einige Fäden zur Gelenkkapsel des Sporen, versorgt den radialen Rand des Fusses, die Ränder der ersten, zweiten und dritten Zehe, sowie den medialen Rand der vierten Zehe.

Den Nerven, den wir hier N. communicans genannt haben, nennt RUGE[4]) Ramus profundus des N. plantaris ex-

---

[1]) Dieser Muskel inserirte am Tarsus und an der Basis des Metatarsus V; COUES (l. c.) aber sagt, dass er in eine auf der Plantarseite des Fusses ausgebreiteten Fascie übergeht.

[2]) COUES (l. c. pag. 171), der diesen Muskel »the plantar dismemberment of the *common* long deep flexor digitorum» nennt, erwähnt nicht dass er sich mit dem Flexor digitorum longus (fibularis) vereinigt.

[3]) Zur vergleichenden Anatomie der tiefen Muskeln in der Fussohle. Morphol. Jahrb. Bd. IV. 1878, pag. 646. Dieser oberflächlich liegende Muskel war durch die Flexorensehnen ganz und gar von den übrigen Mm. contrahentes getrennt und ging nicht allein zur fünften, sondern auch zur vierten Zehe. COUES nennt ihn Flexor brevis minimi digiti und sagt, dass er zwei Köpfe hat, die an beiden Seiten der Basis der fünften Zehe inseriren. Nur bei MECKEL (System der vergl. Anat. Bd. III., pag. 666) sind Angaben, die mit dem von mir angetroffenen Verhältnisse übereinstimmen.

[4]) l. c. pag. 646. Taf. XXXV., Fig. 46.

ternus, eine Auffassung, die sich jedoch weder durch den Ursprung desselben sowohl vom N. peroneus als auch vom N. tibialis, noch durch seine Lage am Unterschenkel und dem Fussgelenke bestätigt. Dagegen hat RUGE den Ast des N. tibialis, den wir soeben als N. plantaris externus geschildert haben, weder genannt noch abgebildet; dieser Tibialisast hat die gewöhnliche Lage des N. plantaris externus, medial vom Calcaneus. Nach CUNNINGHAM [1]) ist der N. communicans (»External saphenous») auch bei Phalangista und Thylacinus stark entwickelt, geht am Unterschenkel unter dem M. biceps und schickt einen starken Verbindungsast zum N. plantaris externus. Bei Ornithorhynchus ist der N. communicans noch mehr entwickelt, da er den ganzen oberflächlichen Ast des N. plantaris externus und zum Theil den tiefen Ast dieses Nerven ersetzt.

Da also diese Anordnung bei den genannten niedern Säugethieren vorkommt, kann man wohl annehmen, dass sie das ursprüngliche Verhalten repräsentirt. Indessen liegt hier ein ganz beachtungswerther Beweis für die Annahme vor, dass ein Nerv einen andern substituiren, in dessen ursprüngliches Innervationsbereich eingreifen kann, denn bei den höhern Säugethieren tritt, so weit man bis jetzt Kenntniss darüber hat, der N. plantaris externus an die Stelle des besagten N. communicans.

Die aus den drei Sacralnerven entstandenen Wurzeln des N. *pudendus* vereinigen sich nicht zu einem Stamme; sie anastomosiren sowohl mit einander als mit dem N. tibialis und liegen, eine ausgenommen, ventral vom M. caudo-femoralis. Von dem Theile des S. I., der sich mit dem S. II. vereinigt, geht ein feiner Nerv (n.) ab, dessen beiden Zweige, indem der eine dorsal vom M. caudo-femoralis geht, und der andere diesen Muskel durchbohrt, in die Ventralfläche des M. gluteus maximus eindringen. Aus dem S. I. und II. entsteht ein Nerv (o.), der theils den Stamm des N. tibialis, theils den N. gluteus inferior verstärkt. Der Rest des S. II. (p.) sendet Zweige in den M. ischio-coccygeus, verstärkt den N. gluteus inferior und bildet dann mit dem aus dem S. III. kommenden Nerven (p.') den eigentlichen Plexus pudendus.

[1]) l. c. pag. 271.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel III.

Fig. 1. Plexus brachialis.

C. Halswirbel.
D. Rückenwirbel.
c.′ Nerv zum Hautmuskel etc.; dessen Aeste:
c. p. Nerv, von dem ein Theil sich mit dem N. medianus vereinigt.
c. p.′ Nerv, der sich mit dem N. ulnaris vereinigt.
c.″ Nerv zur Haut.
c. l. » zu den Mm. biceps, coracobrachialis und epicoracobrachialis.
dlt. » zur vordern Portion des M. deltoideus und zum M. pectoralis major.
l. d.′ » zum M. latissimus dorsi.
mdns. Nervus medianus.
phr. » phrenicus.
pt′. Nerv zum M. pectoralis major und zur Haut oder zum Hautmuskel.
r. Der stärkste N. radialis-Ast.
r.′ Nerv zur Haut, der einen Ast:
l. c.′ zum M. latissimo-condyloideus entsendet.
r.′ Nerv zum langen Kopfe des M. triceps.
r. s. Stamm, der Aeste an den Mm. subscapularis, infraspinatus etc. abgiebt und die Rückenäste der Hand bildet.
scl. N. subclavius.
s. m. Nerven zum M. serratus magnus.
ss. Nn. subscapulares.
u. N. ulnaris.

Fig. 2. Innere Seite des Oberarms nach Entfernung der Hautmuskulatur; M. pectoralis lateralvärts zurückgeschlagen; Mm. biceps und coracobrachialis etwas zur Seite gezogen; einige oberflächliche Hautnerven sind der Deutlichkeit halber nicht gezeichnet worden.

Knochen.

C. i. Condylus internus.
Cor. Os coracoideum.
Ep. » epicoracoideum.
F. s. Foramen supracondyloideum.
Ol. Olecranon.

Muskeln.

Ant. M. antanconeus.
Bc. Hintere Portion des M. biceps.
C. Zacken des Hautmuskels.
C. br. M. coracobrachialis.
E. br. » epicoracobrachialis.
F. d. » flexor digitorum comm. profundus.
F. r. » » carpi radialis.
F. u. » » » ulnaris.
L. c. » latissimo-condyloideus.
L. d. » latissimus dorsi.
Pt. » pectoralis major.
Tr. Langer Kopf des M. triceps.
Tr.′ Innerer » » » »

Nerven.

pt.″ Ast zum M. pectoralis major vom Nervus pt.′ der vorigen Figur.
r.‴ Ast zum innern Kopfe des M. triceps vom Nervus r. der vorigen Figur.
u.′ Ast zum M. antanconeus.
Übrige Bezeichnungen der Nerven wie Figur 1.

Arterien.

* Arterie der Vorderextremität.
** » zu dem Hautmuskel.

Fig. 3. Plexus lumbo-sacralis.
D. Rückenwirbel.
L. Lendenwirbel.
S. Kreuzwirbel.
a. Anastomose zwischen dem fünfzehnten und dem sechszehnten Lumbalnerven.
b. Ein Intercostalnerv.
c. Nerv zum M. psoas minor.
cr. N. cruralis; dessen Aeste:
cr.′ Muskelast zum Unterschenkel.
i. zu den Mm. psoas major, pectineus und sartorius.
k. zum M. sartorius und zur Haut an der innern und vordern Seite des Unterschenkels.
l. zum M. iliopsoas.
r. f. zum M. rectus femoris.
d. und e. Nerven zum M. quadratus lumborum.
f. Hautnerv zum äussern vordern Theil des Oberschenkels.
g. Hautnerv zum innern Theil des Oberschenkels.
h. Hautnerv zum vordern Theil des Oberschenkels.
isch. N. ischiadicus; dessen Aeste:
bc.′ zu den Mm. quadratus femoris, semitendinosus, semimembranosus und biceps femoris.
gl. i. N. gluteus inferior.
gl. s. » » superior.
m. Hautnerv zur hintern äussern Seite des Unterschenkels.

per. N. peroneus.
tb. N. tibialis.

Aeste des Plexus pudendus:

n. Nerv zum M. gluteus maximus.
o. Nerv zur Verstärkung des N. tibialis und des N. gluteus inferior.
p. und p.′ Hauptäste des N. pudendus.

Fig. 4. Muskulatur an der Ventralseite des Oberschenkels nach Entfernung des M. gracilis. M. adductor longus theilweise entfernt um die Verzweigungen des N. obturatorius zu zeigen.

Muskeln.

A. br. M. adductor brevis.
A. l. Die Reste des M. adductor longus.
A. m. M. adductor magnus.
O. e. M. obturator externus.
O. i. » » intermedius.
S. m. » semimembranosus.
S. t. » semitendinosus.

Nerven.

a. br.′ Nerv zum M. adductor brevis.
a. l.′ » » » » longus.
a. m.′ » » » » magnus.
gr. » » » gracilis.
o. e.′ » » » obturator externus.
o. i.′ » » » » intermedius.
s. m.′ » » » semimembranosus.
s. t.′ » » » semitendinosus.

M. Os marsupiale.

L. Ligament.

Fig. 5. Muskulatur an der Dorsalseite des Beckens, des Ober- und Unterschenkels nach Entfernung der Mm. gluteus maximus, flexor accessorius und intertibialis. M. pyriformis durchschnitten und rückwärts gebogen. Natürliche Grösse.

Muskeln.

Bc. M. biceps femoris.
Cdf. » caudo-femoralis.
G. md. » gluteus medius.
G. mn. » » minimus.
Isc. » ischiococcygeus.
Pr. » pyriformis.
Qf. » quadratus femoris.
Rct. » rectus »

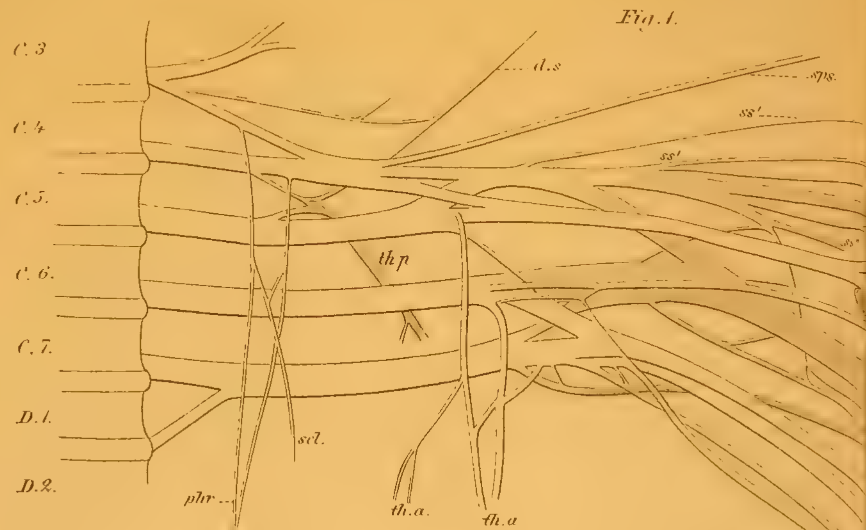
Nerven.

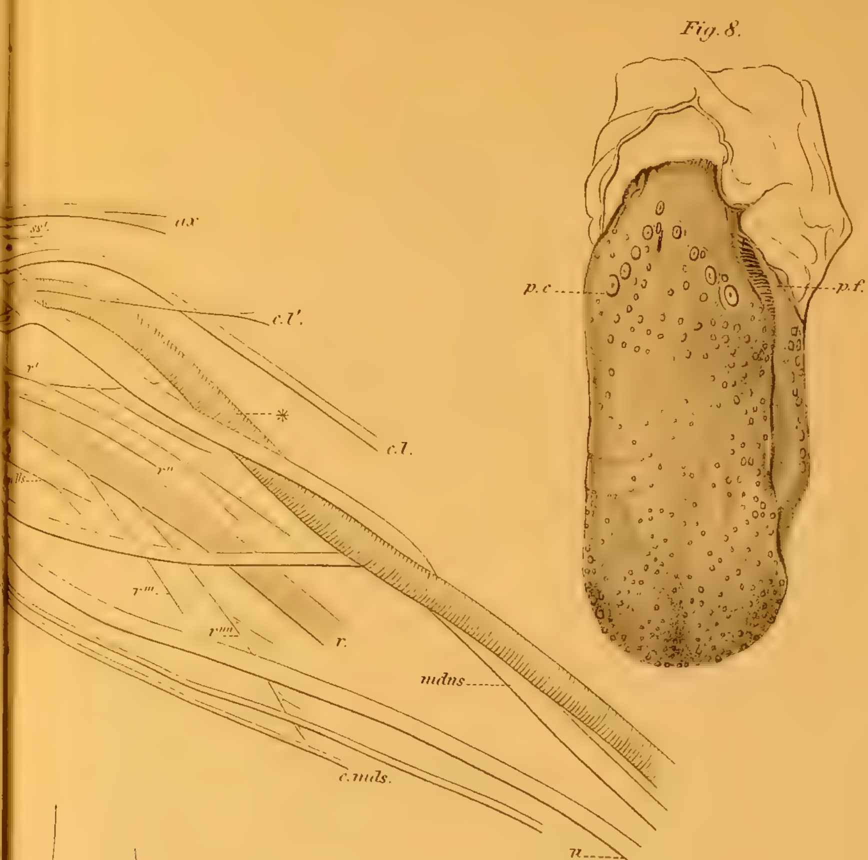
c. tb.	N. communicans tibialis.
c. per.	» » peroneus.
per.'	Hautnerv zur vordern Seite des Unterschenkels.
pr.'	Nerv zum M. pyriformis.
	Übrige Bezeichnungen der Nerven wie Figur 3.

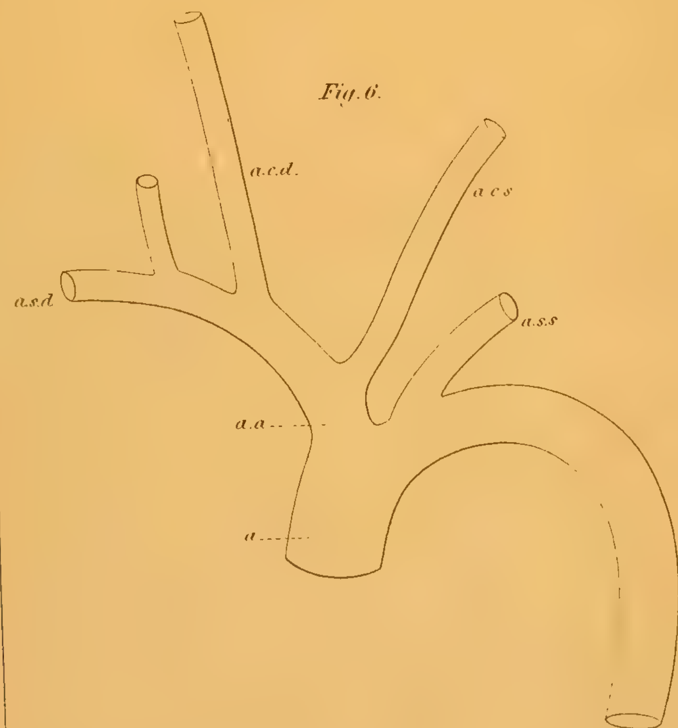


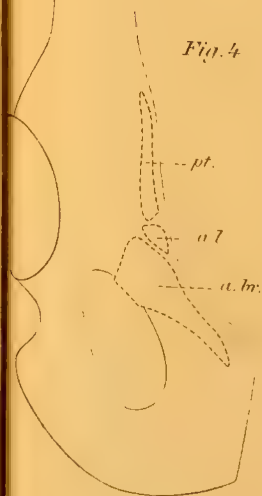
Gl. f. Glandula femoralis.

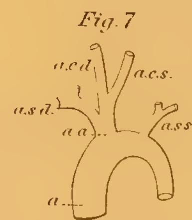
Clc. Calcaneus.
P. s. Processus spinosi.



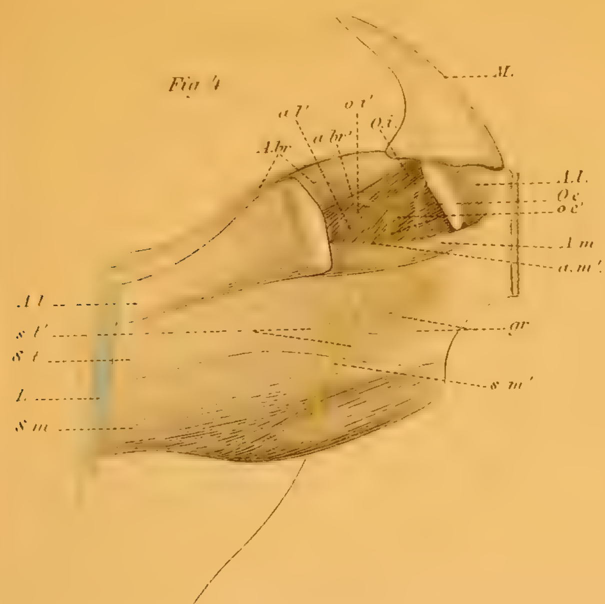


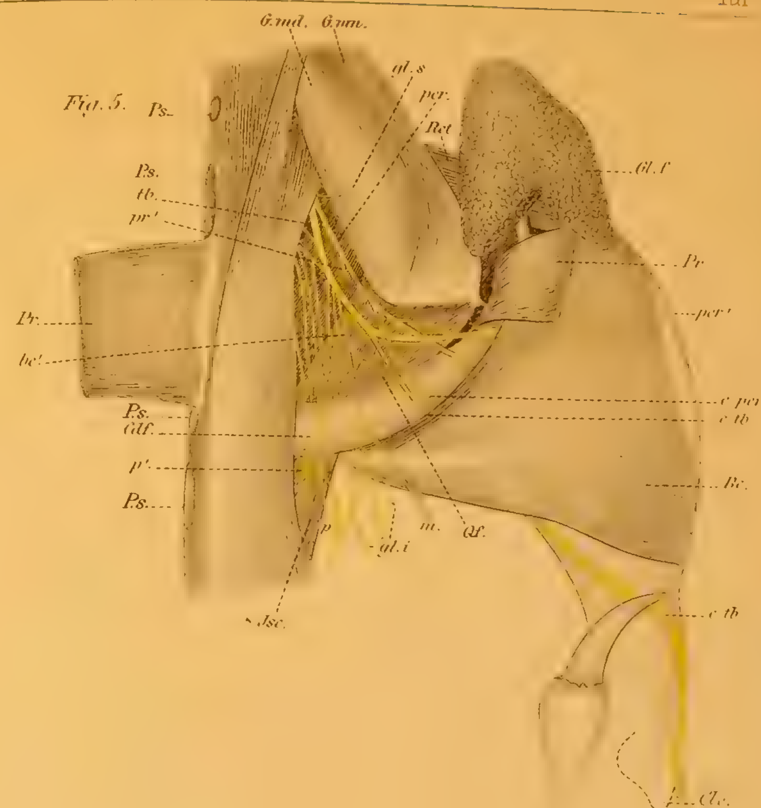


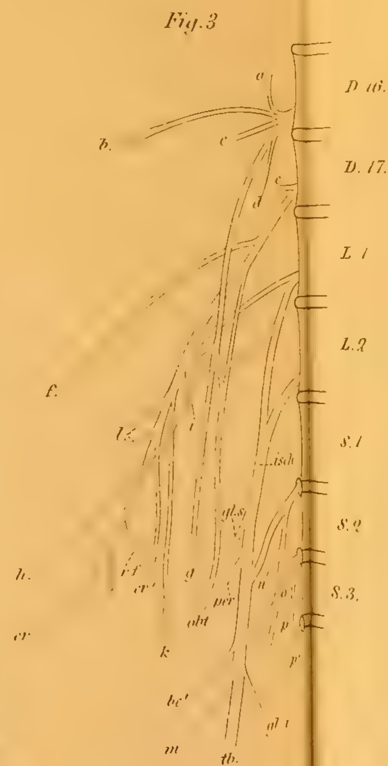


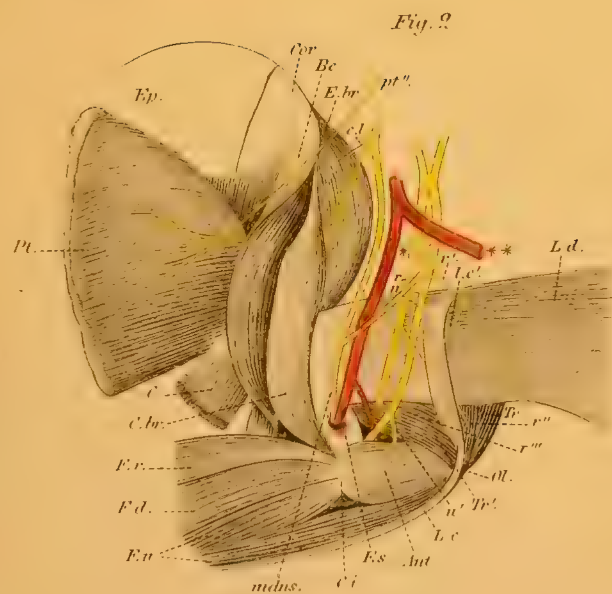


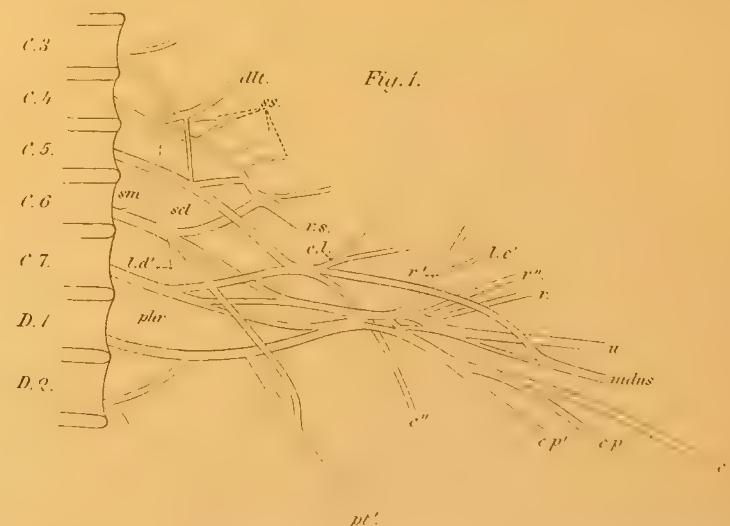
H. Bundsen del. Lith. W. Schlachter, Stockholm


Fig. 4


Fig. 5.


Fig. 3


Fig. 2


Fig. 1.

Meddelanden från Stockholms Högskola. N:o 18.

BEITRÄGE ZUR KENNTNISS

DER

HAUTGEWEBE DER WURZELN

VON

H. O. JUEL.

MIT 2 TAFELN.

DER K. SCHWED. AKAD. DER WISS. MITGETHEILT DEN 13. FEBRUAR 1884.

STOCKHOLM, 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Folgende Zeilen sind das Resultat einer Reihe von Untersuchungen, die ich von Professor D:r E. Warming geleitet im botanischen Institute der Universität Stockholms ausgeführt habe. Ich will diese Gelegenheit benutzen diesem Lehrer meinen herzlichen Dank abzustatten. Auch den Herren Professoren D:r Th. Fries und D:r V. Wittrock und Herrn Direktor A. Pihl, welche zu meinen Untersuchungen Material mitgetheilt haben, bin ich zum Dank verpflichtet.

Einleitung.

Zu den Hautgeweben der Wurzeln dürften gerechnet werden: die Epidermis, die epidermoidale Zellschicht und korkartige Gewebe.

Epidermis. Die Epidermis der Wurzeln ist gewöhnlich eine einzige Schicht, deren Zellen am meisten zu Haaren auswachsen [1]. Sie erbietet am öftsten nichts merkwürdiges.

Es ist aber schon lange bekannt gewesen, dass die Luftwurzeln gewisser Orchideen und Aroideen von einer aus mehreren Schichten von tracheidähnlichen Zellen bestehenden Hülle bedeckt sind. Seitdem sie von LINK [2] entdeckt wurde, ist sie der Gegenstand mehrerer Untersuchungen und mehrerer Ansichten gewesen. Ueber diese ist eine vollständige Historik von OUDEMANS und LEITGEB gegeben, und ich verweise daher auf ihre Abhandlungen.

Aus den Untersuchungen von OUDEMANS geht hervor, dass die Epidermis in diesem von SCHLEIDEN mit dem Namen Wurzelhülle, *velamen radicum*, bezeichneten Gewebe wirklich zu suchen ist; er glaubte aber, sie sei nur die äusserste Schicht der Hülle.

Durch die späteren Untersuchungen NIKOLAI'S und LEITGEB'S ist erwiesen, dass die ganze Wurzelhülle der Orchideen eine metamorphosirte Epidermis ist, durch Theilung von dieser entstanden.

Der Name Wurzelhülle wurde anfangs von SCHLEIDEN den bisweilen zahlreichen Zellschichten gegeben, welche die epidermoidale Zellschicht (die er für eine Epidermis hielt)

---

[1]) Sieh die Abhandlung von SCHWARZ: Die Wurzelhaare. Unters. d. Bot. Inst. Tübingen. 1 Bd. 2. 1883.

[2]) Elem. Philos. Bot. 1824 p. 393.

umgeben, und welche er als ein appendikuläres Organ betrachtete. LEITGEB wendet auch diesen Namen an um eine *einfache* Zellschicht mit spiralförmigen Verdickungen, sowie mehrere Zellschichten ohne Verdickungen zu bezeichnen.

In der Vergleichenden Anatomie von DE BARY [1]) wird auch unter dem Namen Wurzelhülle eingefasst eine einfache Epidermis ohne Verdickungen, wenn sie nur eine epidermoidale Zellschicht umgiebt, namentlich bei den Luftwurzeln von *Chlorophytum*, *Hoya* etc.

Hier wird aber der Name Wurzelhülle nur dann angewendet werden, wenn sich ausserhalb der epidermoidalen Schicht mehrere Zellschichte vorfinden, wahrscheinlich durch Theilung einer einzigen Zellschicht enstanden.

Die Epidermis der Wurzeln ist von NIKOLAI und mehreren anderen mit dem Namen Epiblema bezeichnet worden. OLIVIER hat dieser Zellschicht den Namen »assise pilifère» vorgeschlagen, weil sie seiner Ansicht nach der Epidermis des Stammes nicht gänzlich entspricht [2]). Es kann aber zu keiner Verwechselung Anlass geben, den alten Namen Epidermis hier zu behalten.

Die epidermoidale Zellschicht. Bei den Untersuchungen der Wurzelhüllen der Luftwurzeln wurde die Aufmerksamkeit auch auf die unterliegende Zellschicht gerichtet. Man sah in vielen Fällen, dass sie aus vertikalen Reihen von abwechselnden langen und kurzen Zellen bestand, und dass die Wände der langen Zellen dick, die der kurzen dünn waren.

Die verschiedenen Ansichten von dieser Zellschicht werden von OUDEMANS dargestellt, welcher erweist, dass sie ein sowohl von der Epidermis wie vom Rindenparenchym streng gesondertes Gewebe ist, dem er den Namen Endodermis giebt.

Aus den Untersuchungen von OUDEMANS und LEITGEB geht es hervor, dass eine aus zweierlei Zellen gebildete Endodermis regelmässig bei den Luftwurzeln der Orchideen und Aroideen vorkommt. NIKOLAI erwies aber, dass eine solche Endodermis eine weitere Verbreitung hat. Er sagt: »es ist sehr wahrscheinlich, dass die Endodermis ganz allgemein oder wenigstens sehr verbreitet ist. Bisher habe ich eine Endodermis aus abwechselnden kurzen und langen Zellen beobachtet bei: Orchideen: .... Amaryllideen: *Crinum*

[1]) Vergl. Anat. der Vegetationsorgane. Leipzig 1877.
[2]) OLIVIER. pag. 17.

bracteatum. Aroideen: *Acorus Calamus.* Smilacineen: *Convallaria majalis, C. multiflora, Paris quadrifolia.* Primulaceen: *Primula officinalis, P. Auricula, P. elatior*».

Er beschreibt diese Zellschicht folgender Weise: »die Endodermis besteht nur aus einer Zellreihe. Ihre Zellen stehen abwechselnd mit denen des Epiblema, zeichnen sich durch Mangel von Zwischenzellräumen, und ihr chemisches Verhalten, das durch Verkorkung oder Verholzung bedingt ist, aus. Ihre radialen Wände zeigen bisweilen Wellung. Bisweilen wechseln in den senkrechten Reihen der Endodermis kurze und lange Zellen ab. Dann bleiben die kurzen dünnwandig, die langen verholzen, auf ihre radialen und äusseren Wänden sich stark verdickend». [1]).

Der Name Endodermis ist aber nachher von DE BARY auf die innere Schutzscheide übergetragen, und die von CHATIN gegebene Benennung »membrane (assise) épidermoidale» von GÉRARD und OLIVIER wieder aufgenommen. GÉRARD glaubt, die epidermoidale Schicht gehöre überhaupt allen Gewächsen (GÉRARD pag. 293). Er erwähnt kürzlich eine solche mehr oder weniger ausgeprägte Schicht bei mehreren Dikotyledonen und sogar einigen Gefässkryptogamen.

Korkartige Gewebe. Die Art von verkorkten Geweben, von denen unten gesprochen werden wird, ist diejenige, welche von OLIVIER Suberoid genannt worden ist. Er schreibt davon (pag. 58): »au système du liège doit se rattacher un tissu protecteur qui est très développé chez les Monocotylédones, qui a la même nature chimique que le suber, mais dont la constitution ne présente pas cette parfaite régularité et cette disposition uniforme qui font aisément reconnaître le vrai liège. Les éléments de ce tissu ne sont point tabulaires; souvent leur section transversale est hexagonale et leur parois sont flexueuses; ils procèdent les uns des autres par voie de division tangentielle, ça et là interrompue par quelques cloisonnements radiaux ou obliques. Ce tissu toujours périphérique, n'est pas accompagné de liège véritable dans les racines où il existe».

---

[1]) Ich verstehe nicht, wie er eine solche Verschiedenheit der Zellwände bei jenen Wurzeln hat finden können.

Specieller Theil.

Die Epidermis ist im allgemeinen nur eine Zellschicht von gleichartigen Zellen, die an einem Querschnitte mehr oder weniger genau mit denen der epidermoidalen Zellschicht alterniren. Nicht selten sind aber die Epidermiszellen schmäler als diese (vgl. Fig. 9). Bei *Smilax rotundifolia* sind dagegen die Epidermiszellen erheblich breiter als die unterliegenden Zellen, indem eine von jenen zweien von diesen entspricht (Fig. 1).

Bei *Alisma ranunculoides* hat Prof. WARMING eine eigenthümliche Differentiation der Epidermis beobachtet. An jungen Keimpflanzen zeigt es sich nämlich, dass die Epidermis aus ähnlichen langen und kurzen Zellen besteht, wie man sie sonst in der epidermoidalen Zellschicht findet. Die kurzen Zellen wachsen zu Haaren aus, aber nicht die langen (Fig. 2). Ich habe dasselbe Verhältniss bei Keimpflanzen von *A. Plantago* und *Triglochin maritimum*, sowie bei erwachsenen Wurzeln von *Trianea bogotensis* gefunden [1]).

In den seitlichen Wänden der Epidermiszellen finden sich nicht selten grössere oder kleinere Poren. Dies ist z. B. der Fall bei *Ruscus aculeatus* und *Pancratium maritimum*. Bei *Hymenocallis cariboea* sind die Zellwände der Epidermis mit dichten, zarten spiralförmigen Leisten versehen.

Folgende Wurzelhüllen sind mir bekannt. Wo nicht anders angegeben ist, sind sie von mir selbst gefunden und untersucht.

Vallota purpurea hat in jungen Theilen der Wurzeln eine einfache Epidermis, deren Wände Poren enthalten. Ältere Theile haben eine Wurzelhülle von zwei Zellschichten (Fig. 4).

Ophiopogon japonicus hat eine Wurzelhülle von zwei Zellschichten mit kleinen Poren in den Zellwänden (Fig. 5). *O. spicatus* hat eine einfache Epidermis.

---

[1]) Auch an den wurzelähnlichen Wasserblättern von *Salvinia* entspringen die Haare aus kurzeren Zellen.

Bei *Agapanthus umbellatus* besteht die Wurzelhülle aus zwei bis drei Schichten von Zellen mit kleinen Poren (Fig. 6).

Hæmanthus puniceus hat eine Hülle von zwei Zellschichten. Die Wände haben grosse elliptische Poren von geschlängelten leistenförmigen Verdickungen umgeben (Fig. 7).

Crinum bracteatum hat nach Nikolai, *C. americanum* nach Pfitzer eine Wurzelhülle.

C. asiaticum. Die Wurzelhülle besteht aus drei Zellschichten. In den Wänden sind ziemlich grosse elliptische Poren (Fig. 8).

Amaryllis Belladonna hat eine Wurzelhülle von drei Zellschichten.

Ammocharis longifolia. Die Hülle besteht aus drei bis fünf Zellschichten (Fig. 9).

Semele androgyna hat eine Wurzelhülle von drei Zellschichten. In den Wänden giebt es keine Poren. Die nach innen gerichteten Theile der Wände, besonders die der innersten Schicht, sind körnig und dadurch dunkel (Fig. 10).

Clivia nobilis und *C. miniata.* Olivier hat bei diesen Pflanzen Wurzelhüllen gefunden und ihr Entstehen aus einer einfachen Zellschicht gesehen. Bei *C. miniata* ist die Zahl der Zellschichten ungefähr acht. In den Zellwänden finden sich ähnliche feste, spiralförmige Verdickungen, wie sie den Orchideenwurzelhüllen zukommen. Ich habe häufig Wurzelhaare gesehen, deren Wände ebenso verdickt sind (Fig. 11). Leitgeb hat ähnliche Wurzelhaare der Orchideen abgebildet.

Bei *C. nobilis* sind die Zellschichten gewöhnlich fünf. Ihre Wände haben schwächere Verdickungen als bei voriger Art. Es giebt auch bei dieser hie und da Wurzelhaare, deren Wände wenig deutliche Verdickungen haben.

Viele *Orchideen-* und *Aroideenluftwurzeln* haben Wurzelhüllen, deren Wände häufig leistenförmige Verdickungen haben[1]). Vergl. Oudemans und Leitgeb.

Eine epidermoidale Zellschicht dürfte bei den meisten Monokotyledonen sich finden. Ein Beispiel von einem solchen, der keine epidermoidale Zellschicht besitzt, ist *Stratiotes*

¹) Spiralförmige Verdickungen der Epidermiszellen werden auch beschrieben von Irmisch (Beitr. z. Kenntniss d. Orchideen pag. 34). Rob. Brown (Linn. Transact. 16. 714).

aloides (Fig. 12). Bei vielen Dikotyledonen tritt sie wenigstens nicht deutlich hervor.

Als eine Verstärkung der epidermoidalen Schicht dürfte das Suberoid betrachtet werden können. Wenn ein solches sich bildet, verschmilzt die epidermoidale Schicht mehr oder weniger mit ihm (vgl. Fig. 16).

Es ist oben erwähnt, dass die epidermoidale Zellschicht bisweilen aus zweierlei Zellen, kurzen und langen, besteht. Unter den Gewächsen, die ich mit Rücksicht hierauf untersucht habe, scheint dieses Verhältniss bei den Amaryllideen am meisten ausgeprägt zu sein.

Diese Differenzierung der epidermoidalen Schicht dürfte besonders den jungen Wurzeln gehören. Bisweilen treten bei den älteren Veränderungen ein, wie Längenwachsthum oder Theilung der Zellen, wodurch die Verschiedenheit der Zellen weniger merkbar wird.

Die Seitenwände der langen Zellen können in vertikaler Richtung parallel oder auseinander gebogen sein. Die kurzen können, von der Aussenfläche der Wurzel gesehen, verschieden geformt sein: zirkelrund, quadratisch, rektangulär mit der längeren Seite vertikal oder horizontal u. s. w. Es ist besonders an einen Tangentialschnitte, dass diese Zellschicht verschiedene Formen zeigt. An einem Radialschnitte zeigt sich die Aussenwand der kurzen Zellen am öftsten gewölbt, und die oberen und unteren Wände konvergiren nach innen. Die kurzen Zellen sind daher nach innen zu niedriger als nach aussen.

Die kurzen Zellen sind oft protoplasmareich, die langen arm daran. Die Aussenwände sind bei jenen bisweilen auf irgend einer Weise stärker verdickt als bei diesen.

Ich werde hier die epidermoidalen Zellschichte einiger Wurzeln beschreiben, welche sich als wichtigere Typen aufstellen lassen.

Ruscus aculeatus und *R. Hypoglossum* (Fig. 13). Die epidermoidale Zellschicht besteht aus ziemlich regelmässig abwechselnden langen und kurzen Zellen. Die radialen Wände der langen Zellen sind wellig und in vertikaler Richtung parallel; die kurzen Zellen erscheinen auf einem Tangentialschnitte rundlich, etwas breiter als die anderen.

Mit diesem stimmen mehr oder weniger überein: *Semele androgyna*, *Smilax herbacea*, *Smilacina stellata*, *Convallaria*

majalis, *C. Polygonatum* und *C. multiflora*, *Majanthemum bifolium* und *Paris quadrifolia.* Doch nähern sich bei diesen die kurzen Zellen an die Form eines Quadrats. Bisweilen enthalten die Zellen der epidermoidalen Schicht gelbe oder bräunliche Tropfen, welche das Licht stark brechen; so bei *Smilax herbacea*, *Convallaria multiflora* (Fig. 14).

Bei *Convallaria multiflora*, *Semele androgyna* und anderen habe ich beobachtet, dass in den Theilen der Wurzeln welche der Insertionstelle am nächsten sind, die Zellen der epidermoidalen Schicht weit kürzer sind als in den übrigen Theilen der Wurzeln. Die kurzen Zellen haben hier die Form eines Rektangels, dessen längere Seite horizontal ist (Fig. 14). Dies scheint daran zu deuten, dass die ältesten Theile der Wurzeln in ihr Längenwachsthum früher stehen bleiben als die jüngeren.

Dracæna Draco, *D. rubra* und *D. cannæfolia.* In den jüngsten Theilen der Wurzel sind die kurzen Zellen beinahe quadratisch. In älteren Theilen, wo ein Suberoid von mehreren Schichten vorhanden ist, können kurze Zellen noch wahrgenommen werden.

Yucca draconis und *Y. pendula* (Fig. 15, 16, 17). In den zärtesten Theilen der Wurzel sind die kurzen Zellen beinahe quadratisch (Fig. 15). In den älteren Theilen aber, wo ein Suberoid sich zu bilden begonnen hat, sind sie länglich, und in den dicken Wurzeln, welche ein solches von mehreren Schichten haben (Fig. 16), habe ich kurze Zellen nicht mehr finden können (Fig. 17). Wahrscheinlich sind die ursprünglich quadratischen Zellen hier in Länge gewachsen, so dass sie nicht mehr als solche erkannt werden können.

Mit diesen Arten stimmen im wesentlichen überein: *Agave densiflora*, *Hemerocallis fulva*, *Asparagus verticillatus.*

Bei *Amaryllis Belladonna* sind die radialen Wände der langen Zellen beinahe parallel, die kurzen Zellen sind rundlich. Diese gleicht also *Ruscus*. Hieher schliesst sich *Scilla peruviana* an.

Narcissus poëticus (Fig. 18 und 19), *N. Tazzetta* und *Galanthus nivalis.* Die radialen Wände der langen Zellen sind parallel und wellig. Die kurzen Zellen erscheinen an einem Tangentialschnitte rektangulär oder elliptisch. Ihre horizontalen Wände konvergiren nach innen.

Hæmanthus puniceus (Fig. 22). Die langen Zellen sind beinahe rhombisch, indem ihre radialen Wände auseinander

gebogen sind. Die kurzen Zellen sind rund oder quadratisch. Bei nicht zu starker Vergrösserung gleicht daher die epidermoidale Zellschicht einem Netze mit grossen Knoten. *Clivia nobilis* hat eine ähnliche netzartige epidermoidale Zellschicht.

Uebergangsformen zwischen den drei letzten Typen werden gebildet durch: *Sprekelia formosissima*, *Amaryllis vittata*, *Vallota purpurea*, *Eucharis amazonica*, *Crinum asiaticum*, *Pancratium maritimum*, *Clivia miniata* und *Veltheimia capensis*.

Bei *Hæmanthus* (Fig. 7), *Clivia nobilis*, *Eucharis*, *Pancratium* (Fig. 3) und mehreren anderen sind die Aussenwände der kurzen Zellen oft an einiger Entfernung von der Spitze der Wurzel verdickt. Die Verdickung scheint dadurch gebildet zu sein, dass eine ziemlich dicke Masse an der Innenseite dieser Wände abgelagert worden ist (vgl. *Ophiopogon*).

Ammocharis longifolia (Fig. 23). Die radialen Wände der langen Zellen sind parallel, die kurzen Zellen sind rund. Oft sind die kurzen Zellen schmäler als die langen und liegen innerhalb dieser, mit ihren radialen Wänden durch kurze Querwände vereinigt. Ein ähnliches Verhältniss bei *Anthurium Hookeri* ist von OUDEMANS abgebildet (Oudemans Fig. 16).

Zuweilen sind jedoch die kurzen Zellen an den Seitenwänden der langen direkt angeschlossen.

Auch an einem Querschnitte kann man diese kurzen Zellen, beiderseits von den erwähnten kurzen Querwänden umgeben, auffinden (Fig. 9).

Agapanthus umbellatus (Fig. 24). Die kurzen Zellen haben, wie bei Ammocharis, nicht dieselbe Breite wie die langen; sie zeigen aber auf einem Tangentialschnitte die Form einer Ellipse, deren längere Axe horizontal ist. Auf einem Querschnitte können diese Zellen auch leicht erkannt werden (Fig. 6). Bisweilen sind sie ebenso breit wie die langen und zeigen die Ansicht der Fig. 14.

Ophiopogon japonicus und *O. spicatus*. Die epidermoidale Schicht gleicht dem von Ruscus. In den Wurzelknollen sind die Zellen dieser Schicht in tangentialer Richtung sehr breit. Die Aussenwände der kurzen Zellen scheinen verdickt. In der That sind die inneren Wände der ausserhalb einer kurzen Zelle liegenden Epidermiszellen mit starken Verdickungen versehen, und die Wand der kurzen Zelle selbst ist dünn, was besonders bei Behandlung mit Schwefelsäure deutlich wird (Fig. 21).

In jungen Wurzeln von *Rohdea japonica* sind die Seitenwände der langen Zellen parallel. Bei älteren Theilen der Wurzeln sind diese Wände unregelmässig hin und her gebogen (Fig. 25).

Die Aussenwände der kurzen Zellen sind auf ähnliche Weise wie bei *Hæmanthus* verdickt (Fig. 26).

Glaux maritima (Fig. 27 und 28). In einer zarten Nebenwurzel besteht die epidermoidale Zellschicht aus langen Zellen mit parallelen Seitenwänden, und kurzen, deren Aussenfläche quadratisch ist, und welche von einem braunen Zellinhalte gefüllt sind. Dagegen giebt es in derselben Schicht bei den dicken Nährwurzeln nur gleichartige Zellen.

Kein Dickenwachsthum scheint bei den Wurzeln von *Glaux* statt zu finden.

Trientalis europæa und *Lysimachia vulgaris* haben gleichartige lange und kurze Zellen.

Cynanchum Vincetoxicum (Fig. 29). Die Seitenwände der langen Zellen sind parallel, die der kurzen sind elliptisch, oft mit verdickten Aussenwänden.

Ich habe in den an der inneren Seite einer kurzen Zelle liegenden Zellen eine Zelltheilung beobachtet (Fig. 30). Dies ist vielleicht der Anfang einer ähnlichen lokalen Korkbildung, wie sie LEITGEB in Aroideenwurzeln gefunden (LEITGEB Taf. III Fig. 11, 13, 14).

Bei *Erythræa vulgaris* und *E. Centaurium* (Fig. 31, 32, 33, 34) leidet die epidermoidale Zellschicht eine eigenthümliche Veränderung. Nahe der Wurzelspitze, wo eine Epidermis sich noch findet, besteht die epidermoidale Zellschicht aus langen Zellen mit parallelen Seitenwänden und aus kurzen, die quadratisch-rundlich sind. Weiter von der Spitze der Wurzel fällt die Epidermis ab, die Zellen der Schutzscheide theilen sich, und ein beträchtliches sekundäres Holz wird gebildet. Die Zellen der epidermoidalen Schicht sind hier durch zahlreiche horizontale Wände getheilt. Hie und da sieht man auch eine senkrechte Wand. Die ursprüngliche Form der Zellen kann doch noch erkannt werden.

Eine epidermoidale Zellschicht mit abwechselnden langen und kurzen Zellen ist, soweit mir bekannt ist, bei folgenden Gewächsen vorhanden.

Liliaceæ.

Allium Schoenoprasum.
Scilla peruviana.
Veltheimia capensis.
Funkia lancifolia.
Hemerocallis fulva.
Phormium tenax.
Agapanthus umbellatus.
Arthropodium paniculatum.
Chlorophytum Sternbergianum.
Yucca draconis.
» pendula.

Smilacineæ.

Paris quadrifolia.
Convallaria majalis.
Polygonatum.
multiflora.
Majanthemum bifolium.
Smilacina stellata.
Smilax herbacea.
Asparagus verticillatus.
Ruscus Hypoglossum.
aculeatus.
Semele androgyna.
Dracæna Draco.
rubra.
» cannæfolia.

Ophiopogon japonicus.
» spicatus.
Rohdea japonica.
Xerotes fluviatilis.

Amaryllidaceæ.

Narcissus poeticus.
Tazzetta.
Galanthus nivalis.
Sprekelia formosissima.
Vallota purpurea.
Crinum bracteatum.
» asiaticum.
Clivia nobilis.
» miniata.
Hæmanthus puniceus.
Amaryllis Belladonna.
» vittata.
Ammocharis longifolia.
Pancratium maritimum.
Hymenocallis cariboea.
Eucharis amazonica.

Agaveæ

Agave densiflora.
Doryanthes Palmeri.

Iridaceæ.

Sisyrinchium sp.

Araceæ.

Acorus Calamus.
Anthurium und mehrere andere Gattungen. Vgl. OUDEMANS und LEITGEB.

Marantaceæ.

Canna indica.

Orchidaceæ.

Vgl. OUDEMANS, LEITGEB und NIKOLAI.

Ranunculaceæ.

Ranunculus bulbosus.

Saxifragaceæ.

Parnassia palustris.

Primulaceæ.

Primula Auricula.
» elatior.
» officinalis.
Glaux maritima.
Trientalis europæa.
Lysimachia vulgaris.

Scrophulariaceæ.

Scrophularia nodosa.
Gratiola officinalis.

Gentianaceæ.

Erythræa vulgaris.
» Centaurium.

Asclepiadaceæ.

Hoya carnosa.
Cynanchum Vincetoxicum.
Asclepias curassavica.

Valerianaceæ.

Valeriana officinalis.

Bei folgenden Monokotyledonen habe ich in der epidermoidalen Zellschicht nur einerlei Zellen gefunden.

Lilium Martagon.
» longiflorum.
Tulipa silvestris.
» Gesneriana.
Asphodelus tenuifolius.
Aphyllanthes monspeliensis.
Smilax aspera.
» rotundifolia.
Gladiolus communis.
Lapeyroussia juncea.

NIKOLAI hat ebenso nur einerlei Zellen gefunden bei *Hyacinthus orientalis*, *Elodea canadensis* und *Potamogeton perfoliatus*.

Von der **Funktion der epidermoidalen Schicht** sagt OLIVIER, dass sie oft anstatt der Epidermis fungirt, wenn diese abfällt.

Von der Bedeutung der kurzen Zellen dieser Zellschicht bei den Luftwurzeln schreibt SCHWENDENER (pag. 19).

»Erscheint die Vorstellung berechtigt, dass die Rinde der Wurzel im Allgemeinen auf die Wasserzufuhr hingewiesen ist, welche die genannten Durchgangsstellen (der inneren Schutzscheide) vermitteln, so begreifen wir auch, warum die nämliche Einrichtung sich wiederholt, wenn neben der centralen Wasserquelle, die in den Gefässen fliesst, noch eine peripherische vorhanden ist, welche direkt von der Atmosphäre gespeist wird. Dies ist bekanntlich der Fall bei den Luftwurzeln der Orchideen und Aroideen, wo die sogenannte Wurzelhülle anerkanntermaassen als Wassersammler fungirt. Hier ist denn auch die Rinde in analoger Weise von dieser wasserspendenden Hülle abgegrenzt, wie von der normalen im Centralstrang; sie besitzt eine typisch gebaute und also relativ impermeable äussere Scheide, welche jedoch mit ähnlichen Durchgangsstellen versehen ist, wie sie der inneren Scheide zukommen. Diese auf Tangentialschnitten sehr augenfälligen Stellen sind hier einfache Zellen».

Wie oben erwähnt ist, sind bei jenen Luftwurzeln die Wände der langen Zellen oft dick, während die der kurzen dünn sind. Ich habe nicht finden können, dass dies bei unterirdischen Wurzeln der Fall ist.

Im allgemeinen scheint auch bei diesen Wurzeln die epidermoidale Zellschicht eine schützende und relativ impermeable Scheide zu sein. Ihre Wände sind nämlich am meisten etwas verdickt, wenigstens die äusseren tangentialen, die radialen und die horizontalen.

Die epidermoidale Zellschicht wird von koncentrirter Schwefelsäure nicht gelöst. Auch die Epidermis widersteht im allgemeinen dieser Säure.

Wenn man einen Querschnitt, der nicht zu nahe der Spitze der Wurzel von *Ruscus aculeatus* entnommen ist, mit einer Lösung von Chromsäure behandelt, so wird nach einigen Stunden Alles gelöst, die epidermoidale Schicht ausgenommen, welche als ein zusammenhangender Ring zurückbleibt. In ähnlicher Weise verhalten sich *Ruscus Hypoglossum*, *Semele androgyna*, *Clivia nobilis*, *C. miniata*, *Ophiopogon japonicus*, *Rohdea japonica*, *Agapanthus umbellatus*.

Wenn ein verkorktes Gewebe unter der epidermoidalen Schicht vorhanden ist, bleibt auch dieses ungelöst; so bei *Arthropodium paniculatum*.

Bei *Ruscus Hypoglossum*, *Semele androgyna*, *Smilacina stellata*, *Ophiopogon japonicus* und mehreren anderen werden die Wände der epidermoidalen Zellschicht durch Phloroglucin deutlich roth gefärbt. Hier ist also sowohl Lignin als Suberin vorhanden. Diese Zellschicht mag wohl daher als eine schützende und relativ impermeable Scheide betrachtet werden.

Wenn Durchgangsstellen für Wasser in dieser Scheide vorhanden sein sollten, dürfen sie nahe der Spitze der Wurzel zu suchen sein. Denn weiter von der Wurzelspitze dürfte die Epidermis das Vermögen Wasser aufzusaugen verlieren und die epidermoidale Zellschicht ganz impermeabel sein.

Ich habe in dieser Rücksicht junge, von Haaren dicht bedeckte Wurzeln von *Agapanthus umbellatus*, *Clivia miniata* und *Ruscus aculeatus* untersucht, habe aber nicht finden können, dass die Wände der kurzen Zellen dünner sind oder weniger die Säuren widerstehen als die der langen.

Wenn ein Schnitt einer älteren Wurzel von *Ruscus aculeatus* in Schwefelsäure getaucht wurde, wurde das innerhalb der epidermoidalen Schicht gelegene Parenchym gelöst; hie und da blieben aber eine oder einige an einander liegenden Zellen ungelöst (Fig. 20). Diese Zellen lagen gerade unter einer kurzen Zelle der epidermoidalen Schicht. LEITGEB hat

auch eine lokale Korkbildung bei Aroideenluftwurzeln gesehen. Er sagt darüber (pag. 219): »An älteren Theilen der Wurzeln tritt nun in den unmittelbar unter den kleineren Endodermiszellen gelegenen Zellen eine lokale Korkbildung ein, welche sich keilförmig in den Raum jener Zellen hineindrängt und diese wie mit einem Propfen verschliesst».

Sollten vielleicht die genannten verkorkten Zellen bei *Ruscus* die Bedeutung haben eine ehemalige Durchgangsstelle zu verschliessen?

Dieselbe Bedeutung haben vielleicht die oben erwähnten Verdickungen der Aussenwände der kurzen Zellen bei *Hæmanthus*, *Rohdea*, *Cynanchum* und mehreren anderen.

Bei *Ophiopogon* scheinen doch in der That die Wände der kurzen Zellen mehr permeabel zu sein. Wie oben erwähnt, sind die an einer kurzen Zelle anliegenden Theile der innern Wände der Epidermiszellen verdickt (Fig. 21). Durch Chromsäure werden diese verdickten Wände gelöst und die zurückbleibende Wand der kurzen Zelle erscheint dann dünner als diejenigen der langen.

Es geht aus dem Vorausstehende hervor, dass man noch nicht bewiesen hat, dass die kurzen Zellen der epidermoidalen Schicht bei unterirdischen Wurzeln Durchgangsstellen für Wasser sind. Ich muss aber gestehen, dass ich keine andere Deutung der eigenthümlichen Differenzierung dieser Zellschicht habe ersinnen können.

Litteraturverzeichniss.

AD. CHATIN. Anatomic des plantes aëriennes de l'ordre des Orchidées. Mém. de la Soc. Imp. des sc. nat. de Cherbourg. 4 vol.

GÉRARD. Passage de la racine à la tige.
Ann. d. sc. nat. 6 sér. 11 t. 1881.

LEITGEB. Die Luftwurzeln der Orchideen.
Denkschr. d. Acad. d. Wiss. in Wien. 24 Bd. 1865.

NIKOLAI. Das Wachsthum der Wurzel.
Schr. d. phys. ökon. Ges. in Königsberg. 6 Jahrg. 1865.

OLIVIER. Récherches sur l'appareil tégumentaire des racines.
Ann. sc. nat. 6 sér. 11 t. 1881.

OUDEMANS. Ueber den Sitz der Oberhaut bei den Luftwurzeln der Orchideen. Verh. d. Kon. Akad. d. Wetensch. in Amsterdam. 9 Deel 1861.

PFITZER. Beiträge zur Kenntniss der Hautgewebe der Pflanzen.
Pringsh. Jahrb. 8 Bd.

SCHWENDENER. Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen. Abh. d. Akad. d. Wiss. in Berlin. 1882.

Figurenerklärung.

e = Epidermis. *h* = Wurzelhülle. *E* = epidermoidale Schicht. *a* = kurze Zelle der epidermoidalen Schicht. Die Vergrösserung ist, wo nicht anders angegeben ist, $\frac{145}{1}$.

Tafel I.

Fig. 1. *Smilax rotundifolia.* Querschnitt der Hautgewebe. Die Epidermiszellen sind breiter als die unterliegenden Zellen ($\frac{225}{1}$).

» 2. *Alisma Plantago.* Ein Stück der Epidermis einer Keimpflanze, die kurzen haarführenden Zellen zeigend.

» 3. *Pancratium maritimum.* Querschnitt, die Poren der Epidermiszellen zeigend ($\frac{225}{1}$).

» 4. *Vallota purpurea.* Querschnitt der Wurzelhülle und epidermoidalen Schicht.

» 5. *Ophiopogon japonicus.* Querschnitt.

» 6. *Agapanthus umbellatus.* Querschnitt, zwei kurze innerhalb der langen eingeschlossene Zellen in der epidermoidalen Schicht zeigend.

» 7. *Hæmanthus puniceus.* Radialschnitt der Wurzelhülle und der epidermoidalen Schicht.

» 8. *Crinum asiaticum.* D:o ($\frac{225}{1}$).

» 9. *Ammocharis longifolia.* Querschnitt der Wurzelhülle und der epidermoidalen Schicht mit einer kurzen Zelle.

» 10. *Semele androgyna.* Querschnitt der Wurzelhülle, deren Wände körnig verdickt sind, und der epidermoidalen Schicht.

» 11. *Clivia miniata.* Querschnitt der Wurzelhülle und der epidermoidalen Schicht. Zwei tracheidähnliche und ein dünnwandiges Haar.

» 12. *Stratiotes aloides.* Querschnitt. Epidermoidale Schicht fehlt ($\frac{30}{1}$).

» 13. *Ruscus Hypoglossum.* Tangentialschnitt der epidermoidalen Schicht.

» 14. *Convallaria multiflora.* Tangentialschnitt der epidermoidalen Schicht, nahe der Insertionstelle genommen.

» 15. *Yucca draconis.* Tangentialschnitt der epidermoidalen Schicht einer sehr jungen Wurzel.

» 16. Querschnitt einer älteren Wurzel. *s* = Suberoid.

» 17. Tangentialschnitt der epidermoidalen Schicht derselben Wurzel.

Fig. 18. *Narcissus poëticus.* Tangentialschnitt der epidermoidalen Schicht.
» 19. Radialschnitt der Hautgewebe.
20. *Ruscus aculeatus.* Radialschnitt der Hautgewebe, mit Schwefelsäure behandelt. *k* = verkorkte Zelle, unter einer kurzen Zelle der epidermoidalen Schicht gelegen.
» 21. *Ophiopogon japonicus.* Querschnitt der Hautgewebe, mit Schwefelsäure behandelt. Zwei kurze Zellen. Die an ihnen liegenden Wände der Wurzelhülle sind verdickt und durch die Säure aufgequollen ($\frac{225}{1}$).

Tafel II.

» 22. *Hæmanthus puniceus.* Tangentialschnitt der epidermoidalen Schicht ($\frac{60}{1}$).
» 23. *Ammocharis longifolia.* D:o.
» 24. *Agapanthus umbellatus.* D:o.
» 25. *Rohdea japonica.* D:o.
» 26. Querschnitt der Hautgewebe, die dicke Aussenwand einer kurzen Zelle zeigend.
» 27. *Glaux maritima.* Tangentialschnitt der epidermoidalen Schicht.
» 28. Querschnitt, die Hautgewebe und die primäre Anordnung im Centralstrang zeigend ($\frac{225}{1}$).
» 29. *Cynanchum Vincetoxicum.* Tangentialschnitt der epidermoidalen Schicht.
» 30. Radialschnitt. Eine kurze Zelle; unter ihr ist in den Rindenzellen eine Zelltheilung eingetreten.
» 31. *Erythræa vulgaris.* Querschnitt einer jungen Wurzel.
» 32. Tangentialschnitt der epidermoidalen Schicht derselben Wurzel.
33. Querschnitt einer älteren Wurzel. *r* = Rindenparenchym. *ss* = Schutzscheide. *p* = Phloëm. *x* = Xylem.
» 34. Tangentialschnitt der epidermoidalen Schicht derselben Wurzel. *aa* = die ursprünglich kurzen Zellen.

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 9. N:o 10.

Meddelanden från Stockholms Högskola. N:o 26.

SUR L'ANATOMIE ET LE DÉVELOPPEMENT DE CERATOPHYLLUM

PAR

JOHN-E.-F. de KLERCKER.

AVEC TROIS PLANCHES.

MÉMOIRE PRÉSENTÉ A L'ACAD. R. DES SCIENCES DE SUÈDE LE 14 MAI 1884.

STOCKHOLM, 1885.
KONGL. BOKTRYCKERIET
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Une des plus intéressantes et des plus remarquables de nos plantes européennes est sans nul doute Ceratophyllum, si particulier par sa structure simplifiée et profondément réduite. C'est grâce à cette particularité, que, dans nos systèmes, comme s'exprimait déjà SCHLEIDEN en 1837 dans son ouvrage fondamental sur les Cératophyllées, [1]) cette espèce »als vegetabilischer Vagabonde von einem Ort zum andern transportirt wird, ohne eine ruhige Stätte finden zu können». L'illustre auteur donna, dans ce mémoire, l'analyse des fleurs, la structure du fruit, l'anatomie végétale, etc., et, dans un post-scriptum, [2]) il exposa plus tard la germination. CARUEL [3]), en 1876, examina de nouveau les fleurs.

En 1881, HABERLANDT [4]) exposa le mode d'accroissement des cônes végétatifs et des jeunes feuilles de cette plante. Enfin, en 1883, KORSCHELT [5]) a publié une petite notice sur le même sujet.

Les auteurs se contredisant à plus d'un égard, j'ai entrepris les recherches suivantes sous l'habile direction de M. le professeur Dr EUG. WARMING. Elles ont été faites à l'institut botanique de l'université de Stockholm, à l'aide de matériaux conservés dans de l'alcool absolu, recueillis par M. WARMING près de Copenhague et au voisinage de Stockholm, comme aussi d'exemplaires vivants cultivés pendant l'hiver. Les observations à l'égard desquelles il n'a pas été donné d'autres indications, se réfèrent à C. demersum L.

[1]) SCHLEIDEN: Beitr. z. Ceratoph. 1837.
[2]) SCHLEIDEN: Nachtr. z. Ceratoph. 1838.
[3]) CARUEL: Ceratoph.
[4]) HABERLANDT: Scheitelzellwachsth.
[5]) KORSCHELT: Scheitelwachsthum.

1. Tige.

(Fig. 1–7).

Anatomie.

L'épiderme, à parois minces, contient de la chlorophylle et manque totalement de stomates.

Dans l'écorce, à cellules parenchymateuses renfermant de l'amidon et de la chlorophylle, on peut distinguer trois couches différentes (fig. 1). L'extérieure, dont les cellules sont collenchymateuses en ce que leurs parois longitudinales se trouvent remarquablement épaissies sur tous les points où trois ou quatre d'entre elles se touchent, manque par conséquent de méats intercellulaires.

En dedans de cette première couche s'en voit une seconde, non collenchymateuse, avec des lacunes aérifères intercellulaires (fig. 1. l. a.) disposées en cercle, et séparées les unes des autres par une seule assise de cellules.

La troisième couche, qui forme un endoderme (fig. 1. end.) enveloppant le cylindre central, a les ondulations des parois radiales communes aux endodermes [»Casparyschen Punkte»] parfaitement visibles. Dans le sens longitudinal, les cellules (fig. 2) de cet endoderme sont plus courtes que celles du reste du parenchyme cortical. Elles renferment beaucoup d'amidon.

Les parois de la plupart des cellules corticales consistent en cellulose pure, ét présentent une structure granuleuse par le traitement au chlorure de zinc iodé. On y trouve cependant aussi un certain nombre de cellules à contenu rose, dont les parois sont indissolubles dans l'acide sulfurique. La réaction par l'hydrate de potasse montre également que ces mêmes parois sont *cutinisées*. Avec le chloride de fer, le bichromate de potasse et le molybdate d'ammonium, leurs contenus donnent des réactions de *tannin* très distinctes.

Quant à la distribution de ces cellules tannifères (fig. 1. c. t.), j'ai remarqué que, dans la coupe transversale, elles occupent en grand nombre l'assise sous-épidermique de manière à simuler une espèce de gaîne. Elles sont dispersées sans ordre dans le tissu sous-jacent; cependant on les rencontre avec une constance très marquée dans les cloisons séparant les lacunes aérifères (fig. 1). Sur la coupe longi-

tudinale elles se présentent, comme d'ordinaire les cellules tannifères, en longues rangées verticales régulières. Je crois devoir ajouter que ces cellules sont plus nombreuses dans les rameaux florifères de la plante, ce qui donne à ces derniers une couleur macroscopique plus rougeâtre qu'aux autres.

En dedans de l'écorce se trouve une zone cylindrique de leptome (fig. 1 L) entourant la moelle, dans laquelle on remarque des tubes criblés (fig. 1 et 2 t. c) avec leurs cellules adjonctives [Geleitzellen WILHELM] bien visibles (fig. 2. c. a.). Je n'ai pas réussi, même sur des parties très jeunes de la tige, à constater si cette zone tire ou non son origine de faisceaux libériens isolés [1]); la raison en est que, dans les jeunes entre-noeuds, la différentiation des tissus du cylindre central est presque nulle.

Comme on le sait, la plante manque totalement de stéréome et de trachées.

Enfin, le tissu médullaire (fig. 1. m), collenchymateux comme partie du parenchyme cortical, possède des cellules plus longues que celles de ce dernier, et renferme de la chlorophylle et de l'amidon. Dans son centre se voit un grand espace intercellulaire (l. c) entouré de quelques cellules à parois minces.

Mode d'accroissement.

Il est bien connu que la structure du point végétatif des plantes aquatiques a été dans ces dernières années le sujet de débats violents. Quand, après la découverte des cellules terminales des Cryptogames vasculaires, on en chercha chez les Phanérogames, les plantes aquatiques, par suite de leurs cônes végétatifs longs et minces, furent choisies de préférence pour matériel d'exploration.

Ainsi, comme nous le savons, SANIO [2]) crut trouver, en 1864, que dans Hippuris, Ceratophyllum, etc., il n'existait pas de cellule terminale générale correspondant à celle des fougères, mais qu'un certain nombre de couches cellulaires, parallèles à la surface du sommet de la tige et ne se divisant que par des *anticlines* SACHS, enveloppaient un tissu central s'accroissant à l'aide d'une cellule terminale.

---

[1]) Comme l'a trouvé VÖCHTING pour Myriophyllum.
[2]) SANIO: Gefässbündelbildung, p. 223, note 2.

Suivant les mémorables recherches de HANSTEIN, où ce vant introduisit dans la science les notions de *dermatogène*, *périblème* et *plérome*, en posant que chez les Phanérogames chacune de ces formes de tissus croît toujours par *plusieurs* »*initiales*» respectives, il ne pouvait plus être question dans ces plantes d'une cellule terminale, générale ou spéciale. En 1881, cependant, HABERLANDT [1]) vérifia l'observation de SANIO en montrant que la genèse du plérome HANST. de Ceratophyllum dérivait dans bien des cas *d'une seule initiale* HANST. [2]), qui devait alors être considérée comme une cellule terminale. Mais il démontra de plus que le dermatogène et le périblème peuvent provenir aussi chacun *d'une seule initiale* HANST.

En dernier lieu, M. KORSCHELT croit avoir trouvé en 1883 de véritables cellules terminales communes à la totalité du point végétatif chez Elodea, Myriophyllum et Ceratophyllum. D'après ses figures, on y trouverait des cellules terminales fort élégantes, et il assure que l'existence en est indubitable [3]). (C. f. la notice complémentaire p. 17.)

Mes observations sur ce sujet ont en général été conformes à celles de HABERLANDT, et en voici les résultats.

---

[1]) HABERLANDT: Scheitelzellwachsth.

[2]) Pour éviter des malentendus, je suis de l'opinion que l'on ne doit pas employer le nom de »cellule terminale» pour les initiales des tissus différents du point végétatif des Phanérogames. Ainsi, je comprends, par »*une seule initiale* HANST.», la »Scheitelzelle» de HABERLANDT.

[3]) KORSCHELT: Scheitelwachsthum, p. 475, sur Elodea. »Schnitten, die mit grösster Sicherheit für Wachsthum mittelst Scheitelzelle sprachen» und »Sowohl Oberflächenzellnetz wie Längsansicht boten zu wiederholten Malen den deutlichen Beweis für die Existenz einer ganz ähnlich wie bei den Gymnospermen gestalteten Scheitelzelle»; sur le Ceratophyllum, »die Existenz der Scheitelzelle wird zweifellos».

Quant aux figures et aux descriptions de M. KORSCHELT, je crois que si ses coupes longitudinales, montrant les cellules terminales, sont en réalité correctement conçues, elles constituent l'exception et non la règle en ce qui concerne Ceratophyllum, Myriophyllum et Elodea. Pour le premier, voir plus haut. Quant aux seconds, j'ai eu l'occasion de les examiner aussi, et jamais je n'ai trouvé autre chose, sinon que le dermatogène et le périblème forment des couches nettement limitées vers l'intérieur, ce qu'a démontré aussi KNY pour Elodea. — Je crois au contraire parfaitement justes les figures données par KORSCHELT des points végétatifs vus de haut, quoiqu'on doive leur attribuer une tout autre signification que celle de cet auteur. Voir plus haut à cet égard. Enfin, quant aux cellules en forme de cellules terminales, et à leur explication en général, comparez en outre:

EUG. WARMING: Blüthe der Compositen, p. 75 et ss.

Dans tous les cas examinés, j'ai trouvé, sur des sections longitudinales optiques, que le dermatogène de Ceratophyllum ne se divise que par anticlines SACHS (ff. 3—5) et qu'il forme une couche très nettement limitée enveloppant les tissus sous-jacents. En aucun cas je n'ai vu de cellule passer de la première à ces dernières comme le font les »cellules terminales» de M. KORSCHELT. Vues de haut, au contraire, on peut dériver, dans plusieurs cas, toutes les cellules du sommet de végétation de cette plante, de segmentations *d'une seule initiale* HANST. (ff. 6. a et b, i), montrant que parfois, principalement sur de jeunes tiges, *le dermatogène peut, pour ce qui* **le** *concerne*, posséder *une seule initiale* HANST. Sur les vieilles tiges (fig. 7), il est impossible de ramener toutes les cellules du tissu tégumentaire à une seule initiale; il en existe probablement plusieurs.

De même que le dermatogène, le périblème se divise par *anticlines* SACHS, et forme une assise unicellulaire distincte et parfaitement limitée (ff. 3 et 4). Je n'ai toutefois pas réussi à y constater sur de jeunes tiges la présence d'une seule initiale.

Enfin, le plérome, formant un cylindre central composé de 3 à 4 assises cellulaires, s'accroît dans les jeunes tiges par une seule *initiale* HANST. se divisant en cloisons inclinées, à peu près comme les cellules terminales des fougères (fig. 3, i). Mais l'on y observe aussi des parois horizontales et anticlines, ce qui rend plus difficile la recherche des segments originaux.

En d'autres cas, savoir sur les vieilles tiges, on constate la présence de deux initiales (fig. 4 i, i) placées de telle sorte, que la paroi intermédiaire occupe précisément le centre du plérome. Les tiges très vieilles, enfin, possèdent probablement plus de deux initiales. Tel est l'arrangement régulier du cône végétatif de Ceratophyllum.

Dans des cas exceptionnels, les cellules initiales du périblème peuvent se diviser par *périclines* SACHS, et alors le périblème et le plérome paraissent tirer leur origine d'une seule et même initiale HANST. (fig. 5, i).

De ce que nous savons à ce moment sur la construction du sommet de la tige de Ceratophyllum, je crois qu'il peut être considéré comme constaté:

Que le dermatogène se divise toujours uniquement par anticlines SACHS, *et peut, dans sa jeunesse, posséder une seule et unique initiale* HANST., *triangulaire ou carrée; plus tard, plusieurs.*

Que dans la règle, le périblème et le plérome possèdent des initiales séparées, le dernier n'en ayant souvent qu'une; parfois une seule et même initiale peut donner naissance au périblème et au plérome.

2. Feuilles.

(Fig. 8—9).

Les feuilles sont rangées en verticilles dès le sommet de la tige. Le nombre, dans chaque verticille en est en général constant sur le même axe, mais varie avec les axes. J'en ai trouvé 7—12.

Les feuilles tirent leur origine de cloisons péricline dans le périblème (fig. 8).

Déjà les feuilles du troisième verticille du cône végétatif commencent à se dichotomer, et les rameaux formés de la sorte se dichotoment à leur tour. Dans les rameaux, les tissus sous-épidermiques ne semblent avoir qu'une seule initiale HANST. [1]). HABERLANDT a aussi trouvé que l'épiderme ne possède en général qu'une cellule initiale [2]). La dichotomie semble être réelle, les branches étant d'abord toujours développées d'une manière égale.

Au sommet de chacun des quatre rameaux foliaires du second ordre, se forme bientôt, par division d'une cellule d'épiderme, un trichome consistant en un certain nombre de grandes cellules de couleur rose (fig. 9 t. t.). Ces trichomes sont pleins de *tannin.*

Comme les jeunes feuilles se ploient en avant de manière à envelopper le sommet de la tige, ces trichomes tannifères finissent par former une espèce de toit au-dessus de ce dernier. Sur des matériaux vivants, je les ai toujours trouvés entourés d'une masse rose-jaunâtre contenant du *tannin.* Il faut y voir peut-être des organes sécréteurs ayant pour fonction de protéger le sommet de la tige contre les parasites [3]).

---

1) Comp. HABERLANDT: l. c. p. 18, Tafl. V., fig. 7—10.
2) V. HABERLANDT: l. c. p. 18, Taf. V. fig. 4—6.
3) Sur la valeur morphologique des trichomes tannifères, comparez la polémique engagée entre BORODIN et MAGNUS dans la Bot. Zeitung, l. c., à la liste de la littérature.

A côté du trichome mentionné se forment plus tard, à chaque sommet de rameau, deux poils en aiguillon (fig. 9. p. a.). Il se développe aussi des poils pareils le long de la marge foliaire.

Sur les vieilles feuilles, les trichomes à tannin sont détruits et les poils en aiguillon restent seuls.

L'anatomie des feuilles n'offre que peu d'intérêt. Chaque rameau foliaire renferme un faisceau de leptome, une ou deux rangées longitudinales de lacunes aérifères, et un grand nombre de cellules tannifères dispersées dans les tissus sous-épidermiques.

Il semblerait que chaque feuille du verticille fût à même de porter un bourgeon à son aisselle, quoique en général une seule le fasse. En ce qui concerne l'arrangement respectif des bourgeons des différents verticilles, je n'ai trouvé aucune règle fixe à cet égard [1]).

3. Fleurs.

Comme on le sait, la plante est monoïque, et possède des fleurs mâles et femelles presque sessiles à l'aisselle des feuilles verticillées.

En général, on ne trouve pas plus d'une seule fleur dans chaque verticille de feuilles; parfois, cependant, il y en existe deux. Selon SCHLEIDEN [2]), jamais une fleur femelle ne se rencontrerait située dans le même verticille qu'une fleur mâle; j'ai néanmoins constaté parfois cette dernière disposition.

a. *Fleurs mâles* [3].)
(Fig. 10—15).

Les fleurs mâles (fig. 10) consistent en 5—27 étamines extrorses, enveloppées d'un nombre inconstant de folioles simples, regardées par la plupart des auteurs comme des folioles involucrales. Ces folioles sont un peu plus larges que les feuilles ordinaires, et, comme celles-ci, possèdent, au sommet, des trichomes tannifères ainsi que des poils en aiguillon [4]).

---

[1]) SCHLEIDEN: l. c., p. 204, a constaté la même fait.
[2]) SCHLEIDEN: Beitr. z. Ceratoph., p. 204.
[3]) Je n'ai pas eu l'occasion d'examiner l'organogénie de la fleur mâle.
[4]) SCHLEIDEN: l. c., p. 205, regarde toute la fleur mâle comme une inflorescence composée de fleurs monandriques.
WARMING. (Haandb. i den Syst. Bot) et CARUEL, l. c., p. 29, considèrent les folioles enveloppantes comme périgonales.

Les étamines, qui manquent presque totalement de filet, ont le connectif très fortement développé. A leurs sommets se voient, comme sur les autres feuilles, deux poils en aiguillon, avec trichome à tannin intermédiaire (fig. 11).

Les jeunes anthères sont quadriloculaires (fig. 13). Leurs parois offrent les couches ordinaires, comme dans la fig. 12, où l'on aperçoit le *tapete* WARMING (t) à l'intérieur.

La couche qui forme ensuite à l'ordinaire le tissu fibreux, ne reçoit pas ici un développement semblable, et l'étamine mûre ne renferme pas de tissu pareil (fig. 15).

Pendant la maturation de l'anthère, les parties extérieures des cloisons latérales se dissolvent, de sorte que l'étamine mûre devient comme d'ordinaire biloculaire (fig. 14).

Les grains de pollen, ovales, à membrane lisse et très mince, renferment une forte quantité d'amidon [1]).

a. *Fleur femelle.*
(Fig. 17—33, et 45—52.)

De même que la fleur mâle, la fleur femelle est entourée d'un nombre inconstant de bractées [2]) simples, portant au sommet un poil tannifère et deux poils en aiguillon, et fonctionnant comme périgyne. Le gynécée consiste en un seul pistil terminal formé de deux carpelles.

Développement et physiologie interne.

L'involucre étant formé, il s'élève, sur le cône végétatif de la fleur femelle, deux petites protubérances situées dans un plan passant par l'axe principal et par l'axe de la fleur (fig. 17) [3]).

Ce sont les deux carpelles. Ils se joignent, dans leur croissance, en un corps cratériforme plus élevé à sa partie postérieure, c.-à-d. à celle dirigée vers l'axe principal (fig. 18). Ils augmentent en hauteur, le carpelle postérieur plus rapidement que l'antérieur (fig. 19).

[1]) Comp. SCHLEIDEN, l. c., p. 206, et CARUEL, l. c., p. 31 ; suivant SCHLEIDEN, les anthères s'ouvriraient par un pore au sommet; selon CARUEL, par une fente ordinaire.

[2]) Il est très singulier que CARUEL, l. c., regarde l'involucre de la fleur mâle comme périanthe, mais celui de la fleur femelle comme involucre.

[3]) Dans ce qui suit, ce plan est appelé »plan de symétrie» de la fleur.

Lorsque le premier a atteint à peu près le double de la longueur du second, il s'y forme, au bas de l'étroit canal séparant les deux carpelles, un petit tubercule qui devient l'ovule (fig. 20, o). Les sommets des carpelles constituent plus tard le style, et les papilles du stigmate se forment ensuite immédiatement à l'orifice du canal mentionné (fig. 21, stigm.) [1]).

Nous négligeons ici la question de savoir si l'ovule est en réalité fixé à la partie dorsale du carpelle postérieur, ou s'il ne faut pas supposer plutôt que le placenta se forme par les bords rejoints du carpelle antérieur, arrangement conforme à celui des Dipsacées [2]).

Les carpelles continuent à croître, l'ovule s'entoure du tégument unique, et dès que ce dernier enveloppe la presque totalité de la nucelle, les cellules mères du sac embryonnaire commencent à se différencier. Jamais le micropyle n'est opposé [3]) à la chalaza, mais il reste toujours refoulé à l'un des côtés (fig. 22).

La genèse du sac embryonnaire s'opère de la façon suivante. Il se forme assez profondément, dans la nucelle

---

[1]) CARUEL: l. c., p. 29 et 30, donne un tout autre mode de développement de la fleur femelle. Selon lui: »Il fiore femmineo comparisce da prima sotto la solita forma di antogeno convesso, circuito alla base da protuberanze che sono le brattee dell'involucro. Quindi l'antogeno s'incava in cima, però irregolarmente, e il margine dell'incavatura si rialza più da un lato. Col progredire dell'istesso processo di sviluppo, le pareti dell'incavatura vanno a formare nella loro parte superiore una cinta aperta, prolungata in labbro da un lato, ed *è il perigonio* (souligné par moi)................. Più tardi, mentrechè si perfezionano le parti già formate, *nel fondo del perigonio* e da un lato, cioè nella base del suo labbro e così in corrispondenza al di sopra alla gemmula, mercè di un nuovo rigonfiamento *si costituisce lo stilo* —». Suivant la manière de voir du savant italien, les deux protubérances que j'ai nommées carpelles dans la fig. 17 devraient être des feuilles involucrales; celles désignées comme carpelles dans les ff. 18—20, se formeraient par une »incavatura del antogeno» et constitueraient »il perigonio», tandis que les carpelles vrais s'élèveraient au fond »dell'incavatura». Malgré des recherches assidues, je n'ai jamais réussi à découvrir un arrangement pareil; toujours ce que j'ai trouvé a été en conformité de la description que j'ai donnée ci-haut; mais, quant au »petit style» libre de CARUEL s'élevant de la base du long style et portant le stigmate (v. CARUEL l. c. Tav. III fig. 8), j'ai constaté avec certitude le contraire, savoir que c'est le long style qui porte le stigmate (v. fig. 30). Je n'ai jamais rencontré le »petit style». La fleur femelle dessinée par CARUEL, fig. 8, est probablement une monstruosité.

[2]) Cfr. EICHLER: Blüthendiagr., p. 284.

[3]) SCHLEIDEN et CARUEL mentionnent ce fait.

une rangée de 3 à 4 grandes cellules. La fig. 23 [1]) en montre trois, dont la centrale se développe probablement en sac embryonnaire. Dans la fig. 24, cette cellule s'est ultérieurement développée; la cellule soeur inférieure se comprime fortement, tandis que la supérieure résiste un court espace de temps comme *anticline* VESQUE (anc). Le noyau original du sac embryonnaire s'est divisé en deux autres noyaux (n. n.) se rendant à chaque extrémité respective du sac. Autant qu'il m'a été possible de le constater, les divisions ultérieures du noyau dans le sac embryonnaire semblent s'opérer de la manière démontrée par STRASSBURGER pour un certain nombre de Phanérogames. La fig. 25 montre déjà comme formés l'oosphère (oo) et les deux synergides (syn) à l'extrémité inférieure, ainsi que les antipodes (ant) à l'extrémité supérieure du sac embryonnaire. Au centre s'aperçoivent deux noyaux en voie de se fusionner. Ils vont sans nul doute former le noyau central. A cette phase se développent dans le protoplasma un nombre considérable de grains d'amidon (a).

Quelques préparations très singulières ont les antipodes fortement développés ainsi que le noyau central parfaitement visible, tandis que l'appareil à l'extrémité inférieure du sac embryonnaire a consisté en trois noyaux isolés (fig. 26 n.). On n'y voit ni l'oosphère ni les synergides. Pour comprendre ces préparations, il faut supposer, ou que les antipodes se développent constamment avant l'oosphère et les synergides, ou que, dans ces cas spéciaux, ces dernières ont été arrêtées dans leur croissance.

Quant aux antipodes, j'ai constaté très nettement dans quelques cas (fig. 26) qu'ils sont au nombre de trois, quoique l'on n'en voie parfois que deux (fig. 25). Du reste ils sont assez résistants, en ce qu'on les rencontre longtemps après que l'endosperme a commencé à se former (fig. 27). Immédiatement après la fécondation, le sac embryonnaire offre l'aspect que montre la fig. 27. Le tube pollinique, qui a traversé la nucelle, reste encore, les synergides sont devenues des masses protoplasmatiques irrégulières, tandis que le

[1]) Sur cette figure et sur toutes les suivantes, le sac embryonnaire avec l'embryon est placé dans sa disposition naturelle, c.-à-d. que son extrémité inférieure est tournée vers le micropyle. Les descriptions se réfèrent à cet arrangement.

contour de l'oeuf (oo) est parfaitement visible. C'est sans doute le noyau central qui s'est divisé ici en un grand nombre de nouveaux noyaux (n. n.); quant au protoplasma, il s'est arrangé de manière à former des cloisons très minces séparant de grandes vacuoles et divisant le sac embryonnaire en un certain nombre de loges dont chacune est occupée par un noyau secondaire.

La formation de nouveaux noyaux s'opère à l'extrémité inférieure du sac; *dès l'abord, les noyaux supérieurs commencent à se résoudre.* Ils se gonflent jusqu'à dépasser plusieurs fois leur grandeur originale, leurs nucléoles se remplissent de vacuoles, et enfin leurs contours s'effacent totalement (fig. 30. a-e). La résorption des noyaux s'opère de haut en bas, et quand l'embryon est entièrement développé, tous les noyaux de l'endosperme sont détruits sans qu'ils se soient jamais entourés de parois de cellulose [1]).

Consommée durant le développement de l'endosperme, l'amidon fait place à un grand nombre de sphérocristaux d'oxalate de chaux (fig. 31), situés dans la couche de protoplasma revêtant la paroi du sac embryonnaire.

L'arrangement des bandes longitudinales et transversales de protoplasma est souvent fort élégant. A une certaine phase, tous les noyaux de la partie supérieure du sac embryonnaire sont placés aux points d'incidence des bandes longitudinales et des bandes transversales (fig. 28) [2]). Dans l'extrémité inférieure du sac embryonnaire, le protoplasma n'offre pas des vacuoles aussi grandes que plus haut, mais forme des parties nettement limitées, quoique ne possédant jamais de membrane. Ces parties, dont chacune renferme un noyau, finissent généralement par se ranger en étages à raison de quatre par étage. A l'accroissement de l'embryon elles se compriment, leurs noyaux se résolvent, et dans la graine mûre on n'en voit pas même les restes.

Une chose très singulière, c'est que, simultanément avec le développement du sac embryonnaire, la plus grande partie du tégument disparait (fig. 33), ne laissant comme trace de sa

---

[1]) WILLE a découvert un phénomène semblable chez Ruppia. V. WILLE: Ruppia.

[2]) SCHLEIDEN (l. c. p. 213) qui y a observé des courants de protoplasma fort intéressants, regarde chaque noyau en voie de destruction comme »eine runde Zelle, die mit einer opaken Flüssigkeit gefüllt ist», ce que n'est pas correct.

présence qu'un faible reste au micropyle et un au chalaza. Presque toujours le tégument consiste, immédiatement avant sa destruction, en trois assises cellulaires, à l'exception de la partie qui entoure le micropyle, et qui, formée d'un tissu lâche, à grandes cellules rondes, constitue une espèce de tissu conducteur [1]).

Anatomie.

Sur l'ovaire jeune, on aperçoit trois couches différentes dans la paroi (ff. 29 et 45). L'extérieure de ces couches est l'épiderme, qui se divise plus tard par périclines SACHS et forme la chair de la drupe. La seconde couche consiste toujours en *une* assise de cellules à contenu brunâtre, pleines de *tannin*. Dans la couche externe, qui renferme enfin 3 à 4 assises cellulaires, se trouvent des rangées radiantes de cellules passant depuis la surface du fruit jusqu'à la seconde couche et contenant aussi du tannin (fig. 47). Enfin, la couche interne consiste en cellules parenchymateuses très petites, remplies de protoplasma. Quand l'ovaire se transforme en fruit, les deux couches intérieures se *cutinisent*, tandis qu'en général la chair se détruit, à l'exception des rangées de cellules tannifères mentionnées. Ces dernières s'élèvent alors comme de petits tubercules au-dessus de la surface du fruit. Les couches internes forment une masse très dure de cellules à parois épaisses et poreuses (fig. 48).

Les faisceaux de mestome du pistil (fig. 49), au nombre de deux, placés dans le plan de symétrie de la fleur, manquent de hadrome et possèdent une lacune centrale (l. c). Ils sont enveloppés d'un endoderme distinct.

Les épines qui se trouvent au bas du fruit de Ceratophyllum demersum L., et qui se forment assez tard, renferment des branches de ces faisceaux.

Le *style*, filiforme ou légèrement aplati, et d'environ 5 fois la longueur de l'ovaire, possède à son centre un tissu conducteur, à cellules allongées. Vers le milieu du style se trouve le stigmate (fig. 50) dont les papilles sont placées à l'orifice de l'étroit canal, séparant les carpelles, lequel se

---

[1]) SCHLEIDEN dit (l. c. p. 215): »Gleichzeitig mit der Ausbildung des Embryo wird der Nucleus gänzlich resorbirt», ce qui n'est pas conforme à la réalité.

remplit plus tard entièrement du tissu conducteur mentionné.

A la transformation du pistil en fruit, le style devient très dur et aciculaire chez C. demersum L., tandis qu'il est plus ou moins détruit chez C. submersum L. [1])

Je n'ai pas eu l'occasion de voir les grains de pollen germiner sur le stigmate; la fig. 32 représente le sommet d'un tube pollinique, lequel, après avoir pénétré le micropyle, n'est pas arrivé au sac embryonnaire, mais s'est serré entre le tégument et la nucelle.

La graine, pendante, a une paroi molle et mince formée presque exclusivement par la nucelle.

—

Monstruosité. La fig. 50 représente une monstruosité rencontrée par moi. Tandis que les ovaires ordinaires ne possèdent que deux épines basales, celui-ci en a *trois.* On y voit aussi trois faisceaux de mestome sur la coupe transversale. Ici, sans doute, il y a *trois carpelles.* Malheureusement sur aucun des exemplaires où j'ai constaté cette difformité, je n'ai pu examiner la disposition des carpelles par rapport à l'axe principal, par la raison que les fruits mentionnés étaient tous les deux détachés de la plante.

4. Embryon.

(Fig. 34—44 et 53.)

L'oosphère fécondée, l'oeuf se divise en deux cellules filles (fig. 34) par une cloison située dans un plan dont la ligne d'incidence avec le plan de symétrie de la fleur est perpendiculaire à son axe, et qui décrit avec ce plan un angle d'environ 60°. Dans les cellules filles formées de la sorte, les divisions semblent s'opérer de la manière suivante. Dans la cellule fille inférieure, la plus grande, les premières cloisons sont perpendiculaires à la paroi; dans les figures 34

---

[1]) Cette circonstance constituant l'une des plus grandes différences entre les deux espèces, il y a lieu de signaler ici que SCHLEIDEN (l. c. p. 224) est de l'opinion que les espèces en question ne sont que des variétés d'une espèce unique, Ceratophyllum vulgare SCHLEID. Quant au style, j'ai vu, dans l'herbier du Riks-Museum (Musée de l'État), à Stockholm, des exemplaires, étiquetés comme C. submersum, posséder un plus long style que des exemplaires de C. demersum. Les caractères spécifiques tirés de la ramification des feuilles ne semblent en outre pas être constants non plus.

—36, le noyau s'est divisé en deux, et l'un de ces deux noyaux secondaires également en deux à son tour. Le noyau de la cellule fille supérieure se divise en deux qui s'arrangent perpendiculairement sur la première cloison, et que sépare ensuite une paroi parallèle à la première (fig. 36). L'inférieure de ces cellules (celle du milieu, fig. 36) se divise, elle aussi, mais par cloisons perpendiculaires à la première. La supérieure, au contraire, qui est très riche en protoplasma (fig. 36), semble rester quelque temps sans se diviser. Plus tard, les segmentations paraissent devenir plus irrégulières.

Il résulte évidemment de la disposition de la première cloison, que, dans ses premières phases de développement, *l'embryon* doit *décrire* un certain *angle avec l'axe de l'ovule*, et que son *sommet supérieur* doit *pénétrer entre l'endosperme* et la *paroi* du *sac embryonnaire*. Il est du reste situé dans un plan passant par l'axe de l'ovule et perpendiculaire au plan de symétrie de la fleur (fig. 36). A ces phases déjà il est plein *d'amidon*.

Plus tard, l'embryon se *développe plus fortement dans le plan de symétrie de l'ovule*, en recevant en même temps une figure cordée (ff. 39, 41, 42). Parfois on peut voir assez longtemps encore des traces des deux cloisons transversales primitives (fig. 4. x. x.). Dans la fig. 40, le dermatogène commence à se former par *périclines* SACHS.

Plus tard encore, le sommet supérieur de l'embryon s'élève pour former le cône végétatif de la plumule (s), tandis que les deux côtés du corps cordiforme se développent aux *cotylédons* (fig. 41—44 c. c.), *placés par conséquent dans le plan de symétrie de la fleur* [1]).

Après les cotylédons se développent deux *feuilles opposées*, alternant avec les premiers. Ces feuilles ne sont séparées des cotylédons que par un très petit entre-noeud qui a donné jadis naissance à l'admission des »quatre cotylédons» de Ceratophyllum.

Le nombre des feuilles du verticille suivant serait de six, selon SCHLEIDEN; je n'ai pu m'en convaincre faute de matériaux suffisamment développés. (La fig. 44. b. semble en avoir quatre, mais cela n'est point sûr.)

---

[1]) Constaté par SCHLEIDEN l. c. p. 215.

De même que les cônes végétatifs des tiges développées, celui de la plumule *ne semble jamais s'accroître par une seule initiale* HANST. Dans la figure 53, le dermatogène et le périblème sont limités comme des couches distinctes; quant au plérome, il semble posséder une initiale; à gauche, le périblème s'est divisé assez haut en deux assises cellulaires. Pour ce qui concerne le nombre des initiales du dermatogène et leur forme, vue de haut, le manque de matériaux suffisants m'a empêché de les examiner avec certitude.

Pendant le développement de l'embryon, les cotylédons croissent de façon à occuper à la fin toute la graine. Alors ils sont totalement remplis d'amidon et enveloppent en entier la plumule à plusieurs verticilles foliaires bien développées.

On voit, par ce qui vient d'être dit, que cette plante *ne possède point de suspenseur* MIRBEL.

Quant à la germination de la graine, SCHLEIDEN a démontré [1]) que la racine primaire de l'embryon ne parvient jamais à son développement.

[1]) SCHLEIDEN: Nachtr. z. Ceratoph. Voir aussi HOFMEISTER: Richtung des Embryo's. Chez DUVAL-JOUVE: Plantes insectivores, on constaterait, d'après la récension dans le »Botanischer Jahresbericht» pour 1876, que »die Winterknospen von Ceratophyllum sind von der Grösse einer Olive und befestigen sich bisweilen in dem Schlamme durch einige *Wurzeln*». Je n'ai jamais trouvé de racines, et peut-être cette indication se fonde-t-elle sur un mal-entendu.

Addition complémentaire

à la page 6, 3me ligne du texte, en remontant.

Dans son travail détaillé sur les cellules terminales (*Pringsheims Jahrbücher*), M. KORSCHELT persiste à défendre l'existence de ces cellules chez Ceratophyllum. Il veut bien s'occuper enfin de l'ouvrage de HABERLANDT, qu'il accuse de ne pas avoir suffisamment fourni la preuve de ses allégations. Ce reproche pourrait, nous semble-t-il, être retourné avec toute raison contre M. K., qui, suivant son propre aveu, ne fonde la supposition de cellules terminales chez Ceratophyllum que sur une seule et unique observation. Voici, en effet, ce que dit cet auteur: »Bezüglich des optischen Längsschnittes ist zu bemerken, dass dasselbe bei Ceratophyllum deutlich und oft genug in der Scheitelmitte eine spitz nach innen zulaufende, zumeist auch durch besondere Grösse ausgezeichnete, ganz unverkennbare Scheitelzelle zeigt, über deren Umgebung ich mir indessen selten sicheren Aufschluss zu verschaffen vermochte. Nur das letzte Segment konnte ich, analog dem erhaltenen Oberflächenbilde . . . . . zumeist noch sicher verfolgen; in *einem* (souligné par lui) Falle erhielt ich das Bild, das in Fig. 22 wiedergeben ist und das in prägnantester Weise die grosse Scheitelzelle mit ihren Segmenten zeigt».

Résumé.

1) Ceratophyllum possède un grand nombre de **cellules tannifères,** formant une gaine dans l'écorce de la tige, des *trichomes* au *sommet des feuilles*, et des tubercules sur le fruit mûr.

2) Sur le cône végétatif de la tige, le **dermatogène,** toujours nettement limité, le **périblème** et le **plérome, possèdent dans leur jeunesse chacun une seule initiale** HANST; plus tard, ils en ont plusieurs; *parfois le périblème et le plérome* en offrent une *commune.*

3) Le pistil consiste en **deux carpelles** situés dans un plan passant par l'axe principal; le postérieur semble porter la partie principale du stigmate et l'ovule sessile, à tégument unique, avec micropyle refoulé d'un côté.

4) Les divisions du noyau du sac embryonnaire semblent s'opérer avant la fécondation, en général suivant le mode de développement ordinaire des Angiospermes. Synergides 2, antipodes 3. L'oosphère fécondée, un *endosperme commence à se former*, le protoplasma du sac s'arrangeant en étages dont chacun renferme un noyau. Cependant **les noyaux sont dès l'abord condamnés à disparaître;** ils gonflent très fortement et ils se **résorbent sans jamais s'entourer de paroi de cellulose.** Le **tégument est détruit** pendant le développement de l'embryon.

5) Les cellules du noyau de la drupe sont cutinisées.

6) **L'embryon,** à radicule infère, se **développe sans suspenseur** MIRB. Il a deux cotylédons et une plumule à verticilles foliaires bien développées, et occupe finalement tout le sac embryonnaire. L'organisation de son cône végétatif est conforme à celle des sommets des tiges développées.

Littérature.

BORODIN: Bot. Zeitg. = Über den Bau der Blattspitze einiger Wasserpflanzen, von I. BORODIN. (Bot. Zeitung, T. 28. № 52. Leipzig 1870. p. 841.)

CARUEL: Ceratoph. = Sui fiori di Ceratophyllum, appunti di T. CARUEL. (Nuovo Giornale Botanico Italiano, Vol. 8, N:o 1, Gennaio 1876. Firenze 1876. p. 28.)

DUVAL-JOUVE: Plantes insectivores. = DUVAL-JOUVE: Note sur quelques plantes dites insectivores. (Bull. Soc. Bot. France, Vol. 23. Paris 1876. p. 130—134.)

EICHLER: Blüthendiagr. = Blüthendiagramme construirt und erläutert von dr. A. W. EICHLER (Erster Theil. Leipzig 1875).

HABERLANDT: Scheitelzellwachsth. = Ueber Scheitelzellwachsthum bei den Phanerogamen von G. HABERLANDT. (Mittheilungen d. naturwissenschaftl. Vereines für Steiermark. Jahrgang 1880. Graz 1881.)

HOFMEISTER: Richtung des Embryo's. = HOFMEISTER: Ueber die Richtung des Embryo's im Embryosack. (Atti del congresso internazionale botanico tenuto in Firenze. Firenze 1876, p. 40—42.)

KNY: Elodea = Scheitelwachsthum von Hippuris vulgaris L. und Elodea canadensis MICHX., von L. KNY. (Sitzungsberichte d. Gesellschaft. naturf. Freunde zu Berlin vom 16 Juli 1878.)

KORSCHELT: Scheitelwachsthum = PAUL KORSCHELT: Zur Frage über das Scheitelwachsthum bei den Phanerogamen. (Berichte d. deutsch. Bot. Gesellschaft Jahrgang 1. Heft 9. Berlin 1883. p. 472.) Les recherches détaillées se trouvent dans:
» Zur Frage über das Scheitelwachsth. bei d. Phanerog. (Jahrbücher f. wiss. Botanik herausg. v. N. Pringsheim Bd. 15. Heft. 4. Berlin 1884. p. 668—90).

MAGNUS: Bot. Zeitg. = Einige Bemerkungen zu dem Aufsatze Herrn. J. Borodin: »Ueber den Bau &c.», von P. MAGNUS. (Bot. Zeitung T. 29. N:r 29. Leipzig 1871 p. 479.)

RUSSOW: Betracht. = Betrachtungen über das Leitbündel und Grundgewebe aus vergleichend morphologischen und phylogenetischen Gesichtspunkt von E. RUSSOW. (Dorpat 1875.)

SANIO: Gefässbündelbildung = Ueber endogene Gefässbündelbildung von C. SANIO. (Bot. Zeitung T. 22. N:r 30. Leipzig 1864 p. 223. note 2.)

SCHLEIDEN: Beitr. z. Ceratoph. = Beiträge zur Kenntniss der Ceratophylleen. (Linnæa 1837 Bd 2. p. 512. &c.; reimprimés dans les Beiträge

zur Botanik von M. I. SCHLEIDEN. Bd 1. XI. Leipzig 1844. Toutes les pages citées se réfèrent à la dernière édition.)

SCHLEIDEN: Nachtr. z. Ceratoph. = Nachträge zur Kenntniss der Ceratophylleen. (Linnæa 1838. Bd 12. p. 344.: aussi dans: Beitr. z. Botanik von SCHLEIDEN. Bd 1. XII. Leipzig 1844.)

WARMING: Blüthe der Compositen = Die Blüthe der Compositen von EUG. WARMING. (Botanische Abhandl. aus d. Gebiete d. Morph. und d. Physiol. herausgegeben von I. Hanstein. Bd 3. Heft. 2. Bonn 1876.)

WILLE: Ruppia = Om Kimens udviklingshistorie hos Ruppia rostellata og Zannichellia palustris ved N. WILLE. (Videnskablige Meddelelser fra den naturh. Foren. i Kjøbenhavn 1882.)

Explication des figures.

Les chiffres entre parenthèse indiquent le grossissement diamétral.

Planche 1.

Ceratophyllum demersum L.

Fig. 1. Partie de coupe transversale d'une vieille **tige.** e = *épiderme;* les *cellules tannifères* (c. t.) situées dans le *parenchyme cortical* (p. c.), sont plus nombreuses dans l'assise sous-épidermique. Une partie de l'écorce a des parois collenchymateuses; l. a. = *lacunes aérifères;* end = *l'endoderme* plein de grains *d'amidon* et avec ondulations des parois radiales; L = zone de *leptome* possédant des *tubes criblés* (t. c.) avec leurs *cellules adjonctives;* m = *moelle;* l. c. = *lacune* aérifère *centrale.* .... (150).

» **2.** Partie de coupe radiale du cylindre central de la tige, montrant une *tube criblé* (t. c.) avec *cellules adjonctives* (c. a.), ainsi que l'endoderme (end); a = amidon.. (450).

» **3 et 4.** Coupes longitudinales optiques de cônes végétatifs; dg. = *dermatogène* HANST.; pb. = *périblème* HANST.; pl. = *plérome* HANST.: i = *initiales* HANST. du *plérome.* .... (450).

» **5.** Section longitudinale optique par un cône végétatif anormal; i = initiale *commune* du *périblème* (pb.) et du *plérome* (pl.); dg. = dermatogène. .... (450).

» **6 a.** Dermatogène d'un jeune cône végétatif vu de haut; i = *initiale* unique. .... (450).

» **6 b.** Construction géométrique des segmentations de l'initiale. Les chiffres indiquent l'ordre consécutif des cloisons.

» **7.** Dermatogène comme dans la fig. 6., mais plus âgé. Ici probablement l'on a plus d'une initiale.. (450).

» **8.** Genèse d'une **feuille.** Le périblème (pb.), divisé par des *périclines* SACHS, et repoussant le dermatogène (dg.); la flèche est tournée vers le sommet de la tige.. (450).

» **9.** Sommet d'un branche foliaire d'âge moyen. p. a. = *poils en aiguillon;* t. t. = *trichome tannifère.*

» **10. Fleur mâle** entière sessile dans l'aisselle d'une feuille et à anthères extrorses .... (3).

» **11.** Étamine. f. = *filament;* a = *anthère;* con = *connectif;* p. a. = *poils en aiguillon;* t. t. = *trichome tannifère* .... (40).

Fig. 12. Partie de coupe transversale par une loge de l'anthère jeune. T. = *tapete* WARMING. c. m. = cellules mères de pollen. .... (450).

» **13.** Section transversale d'une anthère plus âgée, à quatre loges (40).

» **14.** Coupe transversale de l'anthère mûre, biloculaire. p. = paroi extérieure des loges. c. = restes de la cloison entre deux loges latérales. .... (40).

» **15.** Partie de la fig. 14, plus fortement grossie. g. p. = *grains de pollen;* c. et p. comme dans la fig. 14. .... (150).

Planche 2.

Ceratophyllum demersum L.

Fig. 16. Deux **fleurs femelles** sessiles dans un même verticille ...... (3).

» **17—21.** Développement de la fleur femelle; carp. = *carpelles;* carp. p. = *carpelle postérieure;* f. = *folioles involucrales;* stigm. = place où se montre plus tard le stigmate; o. = *ovule;* tég. = *tégument unique;* nuc. = *nucelle.* Les figures 17—20 sont des coupes longitudinales optiques; fig. 21: coupe longitudinale: toutes sont parallèles au plan de symétrie de la fleur. .... (100).

» **22.** Coupe longitudinale parallèle au plan de symétrie d'un *ovaire* dont le *sac embryonnaire* (s. c.) commence à se développer. Le *micropyle* est refoulé d'un côté; tég. et nuc. comme plus haut ... (100).

» **23—28.** Développement du *sac embryonnaire* (s. c.): anc. = *anticlines* VESQUE; n. = *noyau;* a. = *amidon;* oo. = *oosphère;* syn. = *synergides;* ant. = *antipodes;* t. p. = *tube pollinique;* emb. = *embryon.* La fig. 28 est coupée parallèlement au plan de symétrie, les autres perpendiculairement à ce plan. La fig. 24 appartient à la fig. 22. Voir du reste le texte .... (450).

» **29.** Coupe longitudinale, perpendiculaire au plan de symétrie, d'un ovaire dont le *sac embryonnaire* (s. c.) a reçu un grossissement plus fort à la fig. 27; e., c. t., et c. i. = les trois couches de la paroi de l'ovaire; f. tég. et nuc. = comme plus haut.

» **30. a. b. c. d. e.** *Noyaux* de *l'endosperme* en voie de résorption; nucl. = *nucléole* .... (450).

» **31.** *Sphérocristaux d'oxalate* de *chaux* dans le sac embryonnaire (1100).

» **32.** *Tube pollinique* fourvoyé; il s'est serré entre le tégument (tég.) et la nucelle (nuc.); son sommet est plein d'amidon. .... (450).

Planche 3.

Fig. 34—52. Ceratophyllum demersum L. Fig. 53. Ceratophyllum submersum L.

Fig. 33. *Ovule* avec *tégument* (tég.) en voie de *destruction.*

» **34—44.** Développement de **l'embryon;** en. = *endosperme;* s. = *sommet* de la *tige* de la *plumule;* c. = *cotylédons;* f. = *second* verticille de *feuilles.* Les fig. 34—38 et 39. a. sont coupées perpendi-

culairement au plan de symétrie de la fleur. Fig. 39. b. et 40—44. a. parallèlement à ce plan. La Fig. 44. b. est 44. a. vue d'en haut.

ff. 34—40 .... (450).

» 41—44 .... (100).

Fig. 45 et 46. Portions de coupes longitudinales de la paroi de *l'ovaire* peu de temps après la fécondation; e = l'épiderme qui commence à se diviser par périclines SACHS .... (300).

» **47.** Partie de coupe longitudinale radiale de la paroi d'un fruit d'âge moyen; *l'épiderme* (e) s'est divisé pour former une *chair* contenant 3 à 4 assises de cellules; dans cette chair se trouvent des rangées radiales de *cellules tannifères* (c. t.); c. i. = partie des *couches internes* (noyau).. (150).

» **48.** Cellules du *noyau* du fruit, *cutinisées*, à parois *épaisses* et *poreuses*. .... (450).

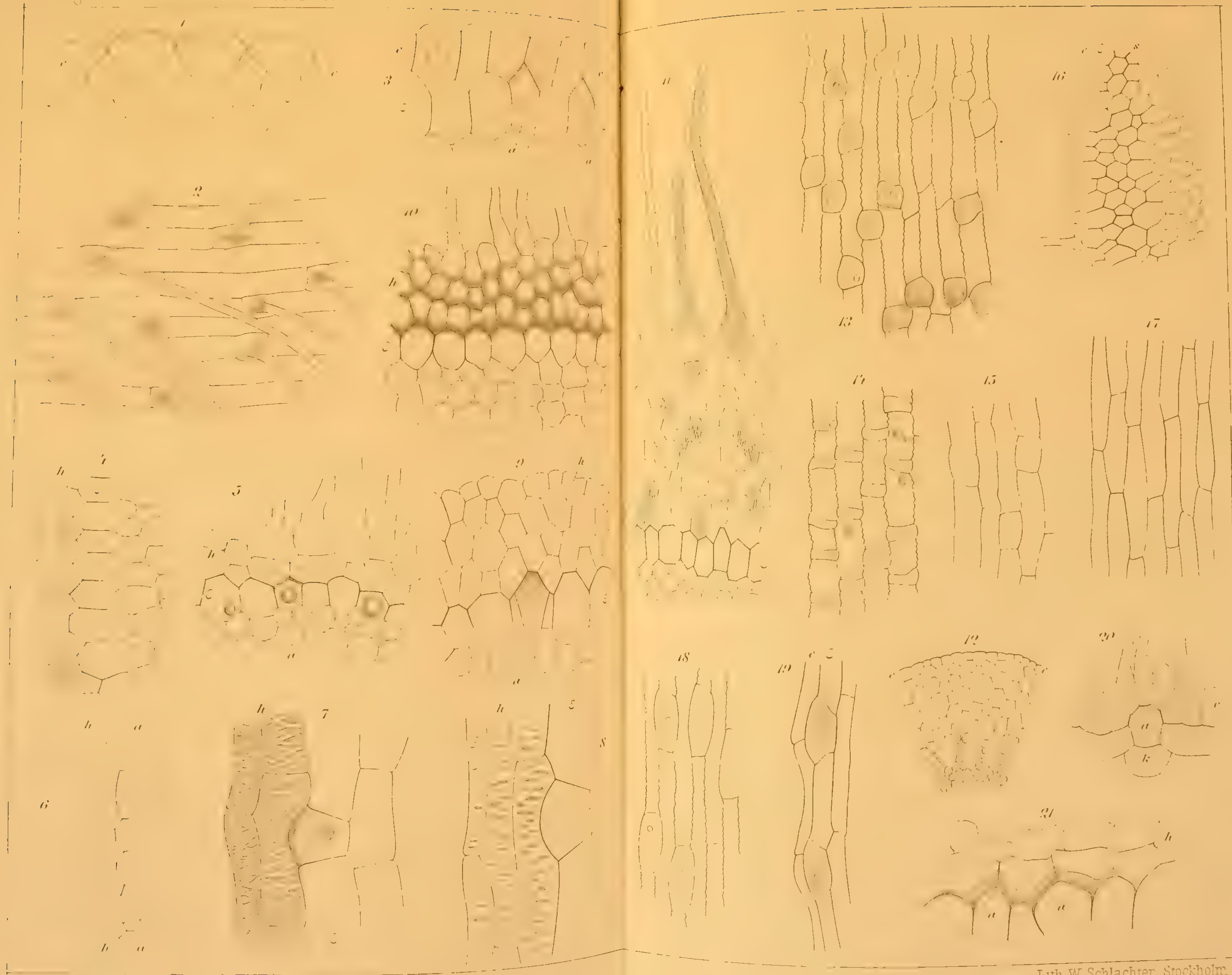
» **49.** Coupe transversale d'un faisceau de *mestome* du *fruit*; end. = *endoderme;* l. c. = *lacune* aérifère *centrale;* pas de trachées ni de stéréides. .... (450).

» **50.** *Style* avec *stigmate;* pap. = *papilles* du stigmate.

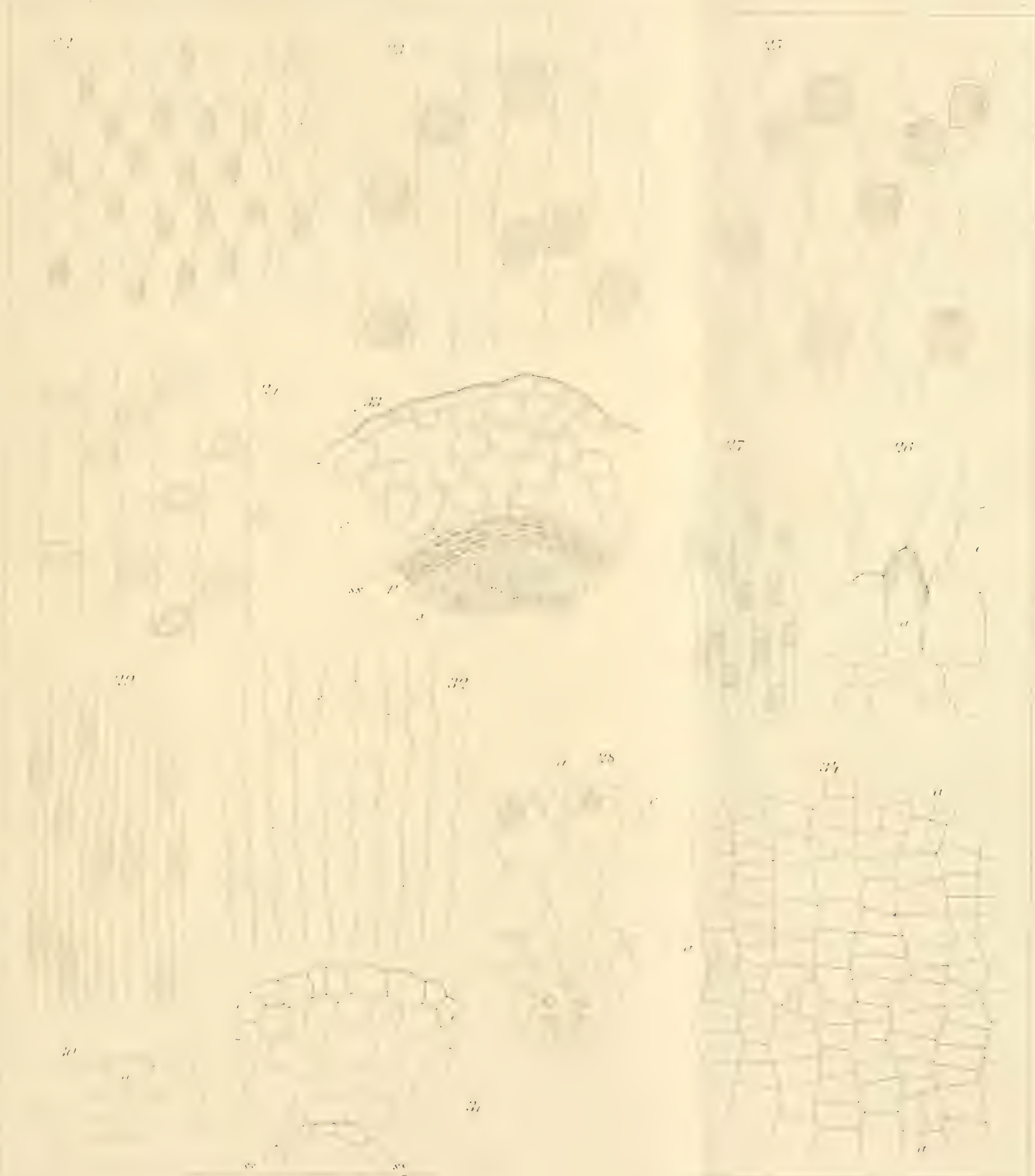
» **51.** **Fruit monstrueux,** à trois épines au lieu de deux; a. vu de côté; b., d'en haut (gr. nat).

» **52.** Coupe transversale du même avec *trois* faisceaux de *mestome.*

» **53.** Cône végétatif de la plumule d'un embryon de Ceratophyllum submersum L. Le dermatogène (dg.) et le périblème (pb.) sont bien limités; le dernier s'est divisé assez haut à gauche en deux rangées cellulaires. Le plérome (pl.) n'a qu'une initiale HANST. (i.)... (450).

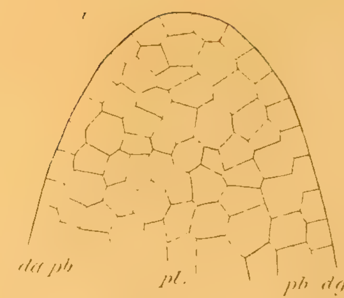


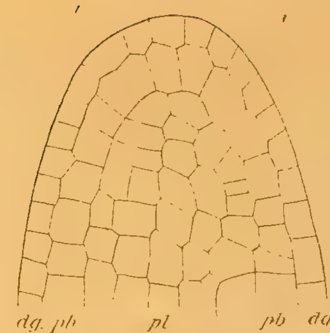
Lith. W. Schlachter, Stockholm.

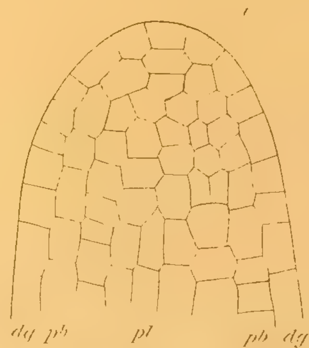


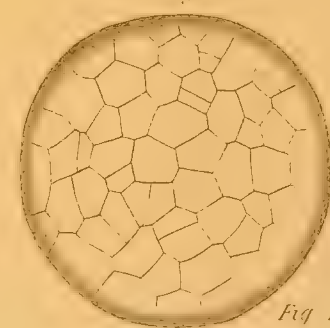


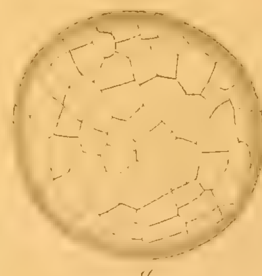




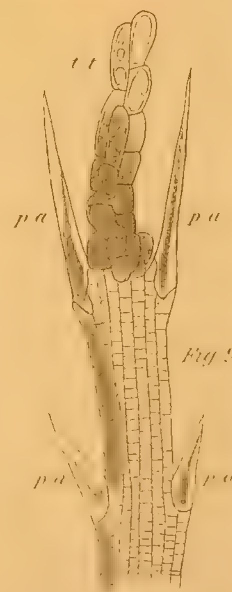




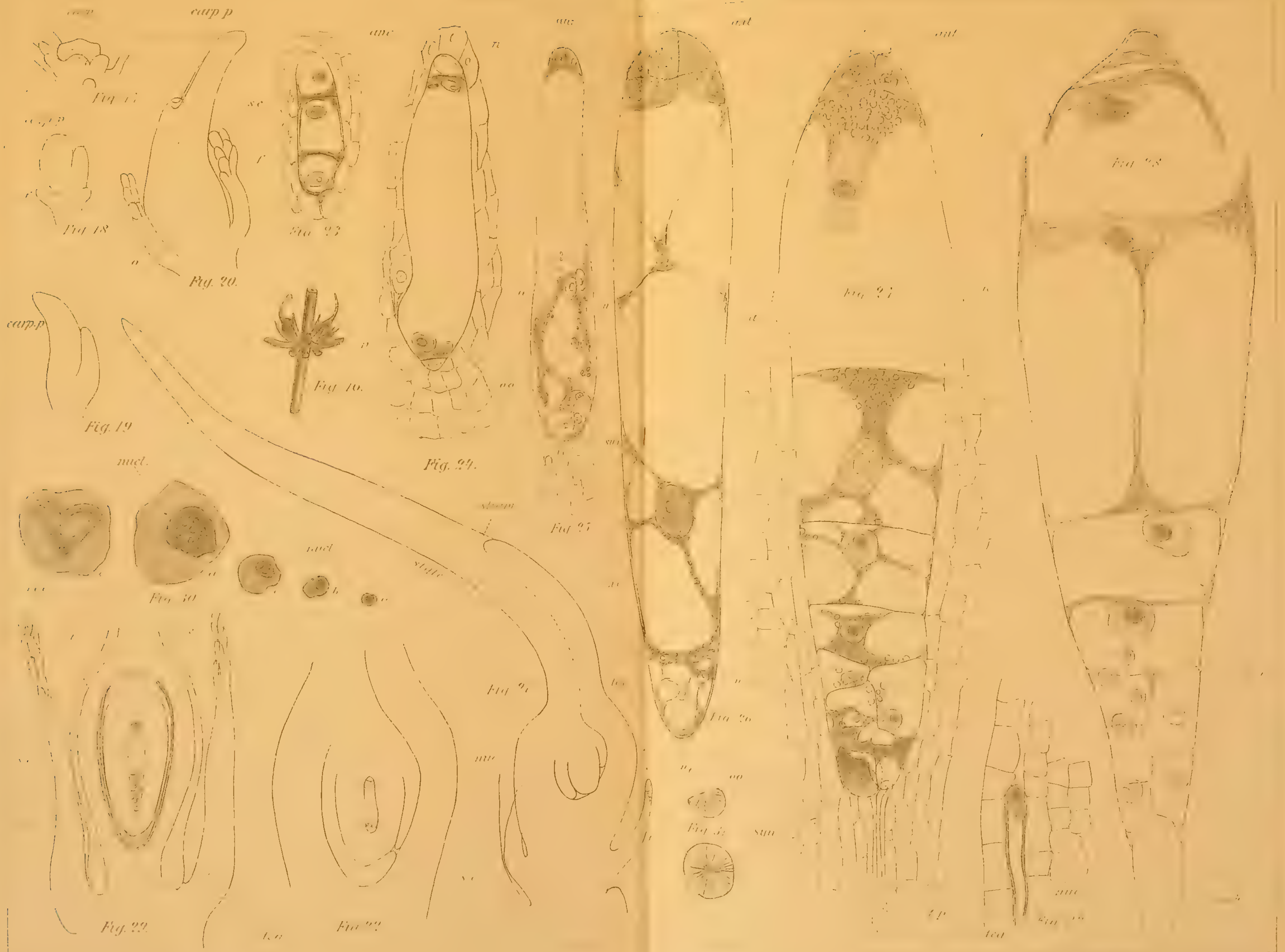


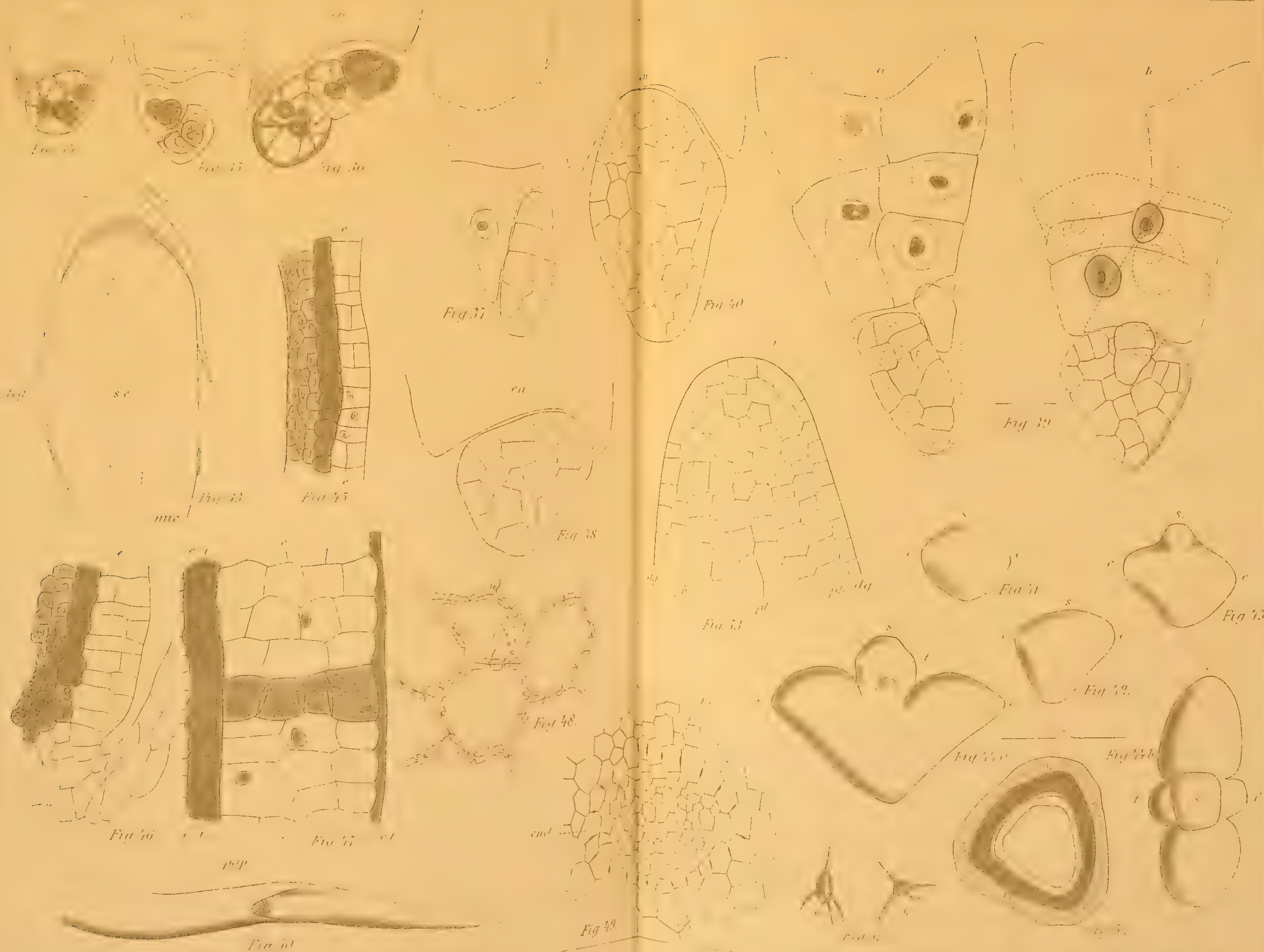






Lith. W Schlachter Stockholm.


carp.p
Fig. 18
Fig. 19
Fig. 20.
Fig. 16.
Fig. 24.
nucl.
Fig. 30
nucl
style
Fig. 22.


Fig 37
Fig 38
Fig 39
Fig 40
Fig 41
Fig 42
Fig 43
Fig 45
Fig 46
Fig 47
Fig 48
Fig 49
Fig 50

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 9. N:o 11.

ÖFVER

SYRORS INVERKAN PÅ RHODANVÄTE

AF

PETER CLAESSON.

MEDDELADT DEN 9 APRIL 1884.



STOCKHOLM, 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

I början af detta århundrade var som bekant rhodanvätesyran föremål för omfattande undersökningar af en stor del af då verkande kemister. Man iakttog också tidigt den gula kropp som bildas, när ett rhodanvätesyradt alkali uppvärmes med en syra och som i början antogs vara svafvel, men hvars sammansättning och egenskaper snart blef föremål för närmare undersökningar. Det var den så kallade persulfocyansyran som jemte cyanväte ytterst lätt bildas af rhodanväte i sur lösning. Vid syrors inverkan på rhodanväte bildas äfven en gas, hvilken länge ansågs vara kolsyra, men hvars rätta natur först 1867 af THAN fastställdes. Gasen är som bekant koloxysulfid.

Det vardt sålunda efter hand visadt, att syror åstadkomma å ena sidan, att rhodanväte öfvergår i persulfocyansyra och cyanväte samt å den andra under upptagning af vatten sönderfaller i koloxysulfid och ammoniak.

Denna uppfattning är emellertid i allo icke fullt enlig med verkliga förhållandet. Syror åstadkomma visserligen bildningen af koloxysulfid och ammoniak, men den egentliga typiska bildningen af persulfocyansyran äger rum i en mer eller mindre conc. vattenlösning af rhodanväte, fri från andra syror. I stället för att befordra bildningen af persulfocyansyra äro närvarande syror egentligen ett hinder för denna förenings uppkomst.

I föreliggande uppsats skall jag först omnämna den inverkan, som vattenfritt klorväte utöfvar på rhodanvätet, likaledes i vattenfri form.

Den inverkan som saltsyra och svafvelsyra utöfva på rhodanvätet vid närvaro af vatten samt de produkter, som dervid uppkomma, skall blifva föremål för undersökningens senare och väsendtliga del.

I. *Inverkan af vattenfritt klorväte på vattenfritt rhodanväte.*

I föregående afhandling har jag närmare beskrifvit de omständigheter under hvilka man kan erhålla en förening mellan ofvannämda kroppar och behöfver sålunda icke här närmare inlåta mig härpå.

Föreningen är som nämdt hvit, fast och af en kristallinisk struktur, som i torr saltsyregas har en stor beständighet, så att den kan förflygtigas deri utan sönderdelning, hvarvid den delvis åtminstone smälter och kokar, delvis synes den äfven direkt sublimera.

Om denna förenings egenskaper i öfrigt har jag endast föga att nämna. Omöjligheten att erhålla densamma i större mängd har utgjort ett hinder för dess närmare undersökning. I beröring med vatten löses den hastigt under roterande rörelser och betydlig värmeutveckling. Lösningen är fullkomligt färglös och innehåller klorväte och rhodanväte i lika molekularförhållanden.

II. *Inverkan af syror på rhodanväte vid närvaro af vatten.*

Det inflytande som syror utöfva på rhodanvätet är icke alltid detsamma utan afhänger dels af vigtsförhållandet mellan rhodanvätet och den närvarande syran, dels af concentrationen eller mängden af närvarande vatten. Den vid reaktionen rådande temperaturen synes i de flesta fall väsendtligen endast hafva inflytande på reaktionens hastighet. Under 10° är denna långsam oberoende af den rådande concentrationen. Öfver 40° förlöpa reaktionerna mera hastigt.

En mycket utspädd lösning af rhodanvätesyra, äfven om den innehåller betydliga mängder fri mineralsyra, undergår åtminstone endast en ytterst långsam förändring.

Äger åter det rakt omvända förhållandet rum: att concentrationen hos rhodanvätesyran är stor, men mängden af närvarande mineralsyra ringa eller ingen, så inträder bildning af persulfocyansyra, som försiggår mera långsamt vid vanlig temperatur, hastigt vid högre sådan.

Det återstår sålunda det fall, då rhodanvätet kommer i beröring med ett stort öfverskott af syra och mängden af närvarande vatten tillika ej är allt för stort. Det är om detta fall mina undersökningar egentligen rört sig.

Saltsyras inverkan på rhodanväte.

Till 300 cc. saltsyra af 1,2 vv. sattes 50 cc. af en vid vanlig temperatur mättad lösning af rhodankalium i små portioner under stark omrörning. Genom yttre afkylning sörjdes för att det utvecklade värmet afleddes.

Om operationen på så sätt utföres, erhålles en färglös blandningsvätska, som är tjockflytande af utfäldt klorkalium. Det vigtigaste momentet i denna operation är, att den tillsatta rhodankaliumlösningen hastigt blandas med saltsyran. Sker icke detta, så blir blandningen lätt gul och en icke obetydlig del af reaktionen kan till och med gå en helt annan väg, än om blandningen sker hastigt.

Orsaken härtill är nemligen den, att ifall blandningen icke sker hastigt, så kommer en mer eller mindre betydlig del af rhodankaliet i beröring med en mindre mängd saltsyra, så att en del af den frigjorda rhodanvätesyran erhålles för ett kortare tidsmoment åtminstone i form af en conc. vattenlösning, innehållande ingen eller en ringa mängd saltsyra; men härmed är äfven, såsom jag redan antydt, betingelserna för persulfocyansyrans bildning gifva. Förfares emellertid såsom angifvet är, så löser sig blandningen fullkomligt klart i vatten. Det samma äger rum till och med en timme efter blandningen. Denna utvecklar, allt efter den temperatur den hålles vid, en mer eller mindre stark, men alltid jemn ström af koloxysulfid, som fortfar så länge något rhodanväte finnes kvar.

Om blandningen hålles vid omkring 17°, är allt rhodanvätet försvunnit efter 12 timmar. Vid lägre temperatur pågår utvecklingen af koloxysulfid längre men är naturligtvis långsammare. Vid 25—30° är processen slut efter mycket kortare tid.

Då thiocarbaminsyran ej kan bestå i fri form utan genast fullständigt sönderfaller i koloxysulfid och ammoniak, hvilket jag genom särskild undersökning öfvertygat mig om, så ligger det antagandet närmast, att rhodanvätet genom saltsyrans inverkan hydreras och öfverföres i thiocarbaminsyra, som i närmaste hand är orsaken till uppkomsten af koloxysulfid.

Samtidigt med den nu nämda reaktionen försiggår äfven en annan. Som förut är nämdt, pågår utvecklingen af koloxysulfid, så länge blandningen reagerar för rhodanvätesyra. Försättes den, sedan denna reaktion upphört, med vatten, så erhålles en deri olöslig kropp, som har en hvit med något i

gult stötande färg och som under mikroskopet synes såsom små, väl utbildade kristaller. Dess mängd är ganska betydlig. Är operationen rigtigt utförd, innehåller den ingen persulfocyansyra eller åtminstone endast spår deraf. Den uttvättas i köld med så litet vatten som möjligt och torkas derpå öfver svafvelsyra i vacuum. Torkningen bör ske så fort och vid så låg temperatur som möjligt, ty vatten sönderdelar densamma långsamt. Fullkomligt torrt är preparatet emellertid oföränderligt. Flera analyser hafva blifvit gjorda härå. Analysmaterialet är från olika framställningar. Dervid har metoden något varierats, så att ibland tagits något mera saltsyra än här ofvan angifvits. Äfven har i ett par fall operationen afbrutits redan i början, då endast en ringa mängd af kroppen hunnit bildas.

Resultatet af analyserna har varit det, att den procentiska sammansättningen visserligen något varierat hos de olika preparaten, men dock hos dem alla någorlunda öfverensstämmer med formeln CH_2NS_2[1]).

0,3374 g. gaf 0,1715 g. CO_2 och 0,0715 g. H_2O.
0,304 g. gaf 1,5255 g. $BaSO_4$.
0,580 g. gaf 0,290 CO_2 och 0,107 g. H_2O.
0,337 g. gaf 67,46 pct. S.
0,3545 g. gaf 1.765 g. $BaSO_4$.
0,3386 g. gaf 1,698 g. $BaSO_4$.
0,3255 g. gaf 0,173 g. CO_2 och 0,071 g. H_2O.
0,3201 g. gaf 1,593 g. $BaSO_4$.
0,426 g. gaf 14,90 pct. N.

Enligt formeln CH_2NS_2 beräknas:

C	12	13,05	13,86	13,63	14,49	—	—
H_2	2	2,17	2,34	2,04	2,42	—	—
S_2	14	69,57	68,91	67,46	68,38	68,87	68,34
N	64	15,21	14,90	—	—	—	—
	72	100,00.					

Föreningen synes under mikroskopet såsom vackra, hvita, i båda ändarne tillspetsade prismor. Enligt formeln $C_2H_4N_2S_4$ kunna dess komponenter utgöras af 2 mol. $HSCN + H_2S + S$.

[1] Öfver en lämpligare form för dessa föreningars analys, se längre fram.

För att utröna, huruvida vätesvafla verkligen föranleder uppkomsten af denna förening, blandades 50 cc. rhodankaliumlösning med 300 cc. saltsyra af angifven concentration på sätt som anfördt är, och i blandningen inleddes vätesvafla under beständig omskakning. Vätesvaflan absorberades ganska raskt och efter en kort tids inledning afbröts försöket genom tillsats af vatten. En betydlig mängd af en fullständigt hvit kropp hade bildats. Den renades och torkades på samma sätt som den förra. Efter torkningen utgjorde det ett fullkomligt hvitt kristallpulfver, som till sammansättning och egenskaper fullkomligt liknar den förra föreningen. Vid dermed företagen analys erhölls följande resultat:

0,474 g. gaf 0,2385 g. CO_2 och 0,100 g. H_2O
= 13,76 pct. C och 2.34 pct. H.
0,303 g. gaf 68,67 pct. S.
0,334 g. gaf 16,09 pct. N.

Den procentiska sammansättningen är sålunda väsendtligen den samma som hos föregående förening. Det är sålunda tydligt, att det är bildningen af vätesvafla i blandningen, som förorsakar uppkomsten af den fasta kroppen vid saltsyras inverkan på rhodankalium. Då vidare, såsom i nästa uppsats skall påvisas, den utvecklade koloxysulfiden innehåller en icke obetydlig halt af kolsyra, är tydligen bildningen af svafvelväte resultatet af en hydration enligt formeln $HSCN + H_2O = HOCN + H_2S$, hvarvid den bildade cyansyran öfvergår i kolsyra och ammoniak.

Utom rhodanväte och svafvelväte behöfver föreningen äfven svafvel till sin bildning, och närmaste fråga att söka besvara är, hvilken förening som afgifver detta svafvel. Koloxysulfid kan det ej vara, ty då skulle den utvecklade gasen innehålla koloxid, hvilket icke är fallet. Ej häller kan det vara den bildade vätesvaflan som afgifver svafvel alldenstund den utvecklade gasen icke innehåller spår af fritt väte. Det återstår då endast det antagandet, att det är rhodanvätet sjelf, som afgifver det behöfliga svaflet och sjelf öfvergår i cyanväte, resp. myrsyra. Detta antagande bestyrkes äfven deraf, att myrsyra verkligen finnes bland reaktionsprodukterna. En sådan reduktion af rhodanvätet till cyanväte förefaller ej heller orimlig, om man erinrar sig att selencyanvätet af sig sjelf sönderdelas i selen och cyanväte, äfvensom att senapsoljorna lätt afgifva sitt svafvel.

Om man till ofvannämda blandning af rhodankalium och saltsyra sätter vatten i ej allt för stor mängd, efter det att all reaktion på rhodanväte försvunnit och derpå filtrerar, så erhålles ett klart och färglöst filtrat. Om till detta filtrat sättes jodlösning ($^1/_{10}$ normal), så iakttager man, att hvarje infallande droppe förorsakar en stark brunröd sky i lösningen, som vid omrörning totalt försvinner. Vid fortsatt tillsättning af jodlösningen inträder plötsligt en punkt, der färgen icke mer försvinner. Upphöres med tillsättningen af jod något innan denna punkt är nådd, så grumlas lösningen en tid derefter af afskildt svafvel. Reaktionen är nära lika känslig som jodstärkelse och har mycken yttre likhet dermed, frånsedt färgen.

Denna reaktion beror ej på en halt af svafvelsyrlighet eller svafvelväte. Lösningen innehåller ej hvarken före eller efter tillsättningen af jod någon svafvelsyra, och vid jods inverkan på svafvelväte grumlas lösningen af svafvel redan efter tillsatsen af ett par droppar jodlösning.

Koloxysulfid och kolsvafla äro utan all inverkan på jodlösning. Ej heller kan det vara den ofvan nämda vid reaktionen bildade fasta kroppen, ty sättes jodlösning till vatten (försatt med syra för att undvika kroppens sönderdelning), som varit i beröring med den fasta kroppen i fråga, så färgas vattnet genast brunrödt af första droppe jodlösning, fastän stora mängder tvättvatten användas. Reaktionen beror sålunda på uppkomsten af ytterligare en förening vid syrors inverkan på rhodanväte. Då denna förening alltid uppträder i mycket ringa mängd, var det förgäfves jag sökte erhålla densamma ur lösningen, vare sig i fri form eller bunden vid metaller. I senare fallet inträder nemligen bildning af svafvelmetall innan föreningen hunnit erhållas i ren och torr form.

Inledes svafvelväte i en blandning af rhodankalium och saltsyra, på sätt förut angifvet är, och derpå försättes med vatten och filtreras, så visar filtratet samma reaktion för jod som nyss är beskrifven och här kunde reaktionsprodukten erhållas i fast form såsom små utkristalliserande fjell äfven med sammansättningen $C_2H_4N_2S_4$.

0.314 g. gaf 69,22 pct. svafvel.

Får saltsyra af ringare concentration än här är angifvet inverka på rhodanvätesyra, så inträder samtidigt med de nu nämda reaktionerna äfven bildning af persulfocyansyra. Jag

behöfver blott erinra om den hittills använda metoden för denna förenings framställning. VOELCKEL (Ann. Ch. Pharm. 43, 76) angifver den nemligen såsom följer. En i köld mättad lösning af rhodankalium försättes med 5—8 gr sin volum conc. saltsyra. Den på så sätt erhållna persulfocyansyran är emellertid icke ren, såsom VOELCKEL antar, utan förorenad af betydliga mängder af ofvan anförda kropp. Det är emellertid intressant att se huru GLUTZ (Ann. Ch. Pharm. 15, 440) utan att känna detta, dock på erfarenhetens väg kom till en ren produkt. Han minskade sålunda saltsyran till 6 vol. Efter tvenne dagars förlopp utspädde han med vatten och kokade tills »blåsyrelukten» var försvunnen, hvarpå löstes i ammoniak och filtrerades. Persulfocyansyran utfälldes ur filtratet med saltsyra. Kokningens väsendtliga verkan är emellertid en helt annan. Genom densamma förstöres nemligen kroppen $C_2H_4N_2S_4$ såsom här nedan skall omnämnas.

Rhodanväte och svafvelsyra.

Till en kallnad blandning af 300 cc. conc. svafvelsyra och 200 cc. vatten sattes 50 cc. af en mättad rhodankaliumlösning. Rhodankaliumlösningen fick i en fin stråle rinna in i syran, som under tiden kraftigt omskakades och afkyldes med vatten. Först färgades syran röd, hvilken färg snart försvann och lemnade plats för en hvit fällning. Samtidigt utvecklades koloxysulfid i mängd. Efter att hafva blifvit afkyld till 25—30° fick blandningen stå vid vanlig temperatur tills den icke gaf reaktion på rhodanväte, hvilket inträdde efter 1—2 t. Blandningen var då tjockflytande af den nämda utfällda hvita kroppen, som under mikroskopet är tydligt kristallinisk. Den renades och torkades på samma sätt, som angifvet är om den substans, som erhölls af saltsyra och rhodanväte, hvilken den till det yttre mycket liknar. I sin sammansättning skiljer den sig från den vid saltsyras inverkan på rhodanväte uppkommande kroppen deri, att den innehåller mindre svafvel.

0,325 g. gaf 64,73 pct. *S*.
0,4445 g. gaf 17,01 » *N*.
0,419 g. gaf 14,98 » *C* och 2,48 pct. *H*.

För en kropp sammansatt enligt formeln $C_2H_4N_2S_3$ beräknas $H = 2{,}63$ pct. $C = 15{,}79$ pct. $S = 63{,}16$ pct. $N = 18{,}42$ pct. Häraf följer att kroppens proc. sammansättning ligger ungefär midt emellan de för formlerna $H_4C_2N_2S_3$ och $H_4C_2N_2S_4$

beräknade värdena. Det är derföre sannolikt, att kroppen utgör en blandning af bådadera. Att så verkligen är förhållandet skall jag i det följande visa.

Får svafvelsyra af samma conc. som här är angifvet, men i mindre mängd inverka på rhodanvätet, så öfvergår en del af detta i persulfocyansyra, och bildningen af den senare når sitt maximum, när den tillsatta svafvelsyran jemt förslår att frigöra rhodanvätet. Användes åter samma mängd svafvelsyra men af minskad koncentration så ökas koloxysulfidbildningen och följaktligen minskas bildningen af nyss omtalta svafvelförening. Med tillräcklig mängd syra af passande concentration kan man till och med ernå, att största delen af rhodanvätet öfvergår i koloxysulfid och ammoniak, liksom man genom en ökad concentration kan ernå att största delen öfvergår i bemälta sulfid.

Öfver identiteten af de svafvelföreningar, som erhållas vid syrors inverkan på rhodanväte, med thiocarbaminsyra och dess sulfider.

Formlerna $H_4C_2N_2S_3$ och $H_4C_2N_2S_4$ äro äfven uttryck för thiocarbaminsyrans sulfid och bisulfid, af hvilka den förra är hittills obekant, den senare för länge sedan framställd. Jag har derföre sökt utröna, huruvida de af mig erhållna kropparne äro identiska med nämda föreningar eller dermed isomera. Resultatet har tydligt ådagalagt identiteten.

Thiocarbaminsyrad ammoniak bereddes genom att låta 2 m. ammoniak och 1 m. kolsvafla, lösta i 6 gr kolsvaflans vigt alkohol, inverka i köld på hvarandra. Blandningen färgas gul och luktar svafvelammonium. Efter att hafva stått natten öfver hade en kristallisation inträdt af thiocarbaminsyrad ammoniak, i blandning med små mörkgula kristaller af kolsvafladt svafvelammonium Kristallerna frånfiltrerades. Ur filtratet kristalliserade efter en tid thiocarbaminsyrad ammoniak i stora, nästan färglösa kristaller. För öfrigt kan ammoniumsulfokarbonatet lätt aflägsnas från det karbaminsyrade saltet genom att låta blandningen stå i vacuum öfver kalk och klorcalcium, tills den blir nästan färglös.

Förfares enligt Mulder (Ann. Ch. Pharm. 168, 232), så att ammoniakgasen framställes af en beräknad mängd salmiak, så kommer i sjelfva verket mindre än 2 m. ammoniak i reaktion med 1 m. kolsvafla, alldenstund synnerligast i mindre skala icke all ammoniaken utdrifves af kalken. Ett försök gaf

mig icke stort mer än hälften. Det på så sätt erhållna thiocarbaminsyrade saltet är väl temligen fritt från thiokarbonat, men utbytet blir mycket mindre.

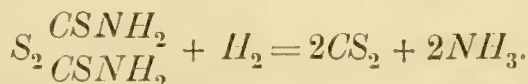
Det erhållna saltet löstes i vatten och försattes under stark omskakning med jod, som fäller svafvel, tills lösningen blir alldeles färglös, hvilket inträder redan efter en mycket ringa tillsats af jod. Jod öfverför sålunda först thiokarbonatet i thiocarbaminsyradt salt, och detta senare är alldeles färglöst, i motsats mot hvad föregående författare angifva, nemligen såsom gulaktigt. Man filtrerar och tillsätter jodlösning under kraftig omskakning, så länge en fällning inträder. Ändpunkten är mycket skarp. Den bildade thiocarbaminsyrans bisulfid, utgör ett färglöst, elektriskt kristallpulfver, som torkades i vacuum.

Både denna förening och de af rhodanväte medelst syror framställda substanserna utmärka sig derigenom, att de i torrt tillstånd starkt adherera glas och andra föremål. Rör man med en glasstaf i en hög deraf, så kastas partiklar rundt ikring med stor kraft.

Upphettas de i torrt tillstånd försigtigt, så öfverdestillera betydliga mängder kolsvafla och i återstoden finnes bland annat rhodanammonium.

Vid närvaro af conc. syra äro de mycket beständiga. Med conc. saltsyra kunna de till och med upphettas en kort stund till 100° utan märkbar sönderdelning. Äfvenså med en blandning af 6 v. conc. svafvelsyra och 5 v. vatten. Af conc. svafvelsyra löses de i köld, som det synes utan sönderdelning.

Som nämdt äro de mycket beständiga gent emot saltsyra. Tillsättes deremot, förutom saltsyra, äfven tenn, så öfverdestillerar kolsvafla, redan när blandningen börjar blifva ljum. Det hela löses till största delen. Man fulländar reaktionen på vattenbad och filtrerar. Ur filtratet kristallisera dubbelsaltet tennklorur—kloramnonium. Befrias lösningen från tenn med svafvelväte och filtratet afdunstas återstår endast salmiak. Reaktionen sker sålunda enligt formeln

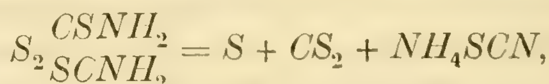


$$S_2 \frac{CSNH_2}{CSNH_2} + H_2 = 2CS_2 + 2NH_3.$$

Uppvärmes föreningarne med vatten i vattenbad, så börjar kolsvafla öfverdestillera redan innan temperaturen nått 100°. Sedan uppvärmningen pågått så länge någon kolsvafla öfvergått, återstår i retorten jemte fritt svafvel en fullständigt neu-

tralt reagerande vätska, som endast innehåller rhodanammonium. Sker uppvärmningen i vattenbad, så bildas utom rhodanammonium endast kolsvafla och svafvel. Svafvelväte såväl som koloxysulfid uppträda ej.

Thiocarbaminsyrans bisulfid sönderdelas härvid fullständigt kvantitativt enligt formeln:



$$S_2\frac{CSNH_2}{SCNH_2} = S + CS_2 + NH_4SCN,$$

såsom utförda bestämningar på det afskilda svaflet och det bildade rhodanammoniet lärde.

De produkter, som erhöllos af saltsyra och rhodanväte, af svafvelsyra och rhodanväte, såväl som genom inledning af svafvelväte i starkt sura lösningar af rhodanväte, förhålla sig på alldeles samma sätt, blott med den skilnaden att vid uppvärmning med vatten, till fullständig sönderdelning inträdt, vexlande mängder svafvel afskiljes (flera bestämningar ha i prof af olika framställningar gifvit från 6—12 pct. afskildt svafvel), under det för bisulfiden beräknas 17,4 pct.). Det är sålunda tydligt, att i de erhållna produkterna finnes utom bisulfid äfven monosulfid i vexlande mängder. Jag betviflar ej att man genom passande förfaringssätt skall på denna väg komma till den rena thiocarbaminsyrans monosulfid, som genom upphettning med vatten bör alldeles glatt sönderdelas i kolsvafla och rhodanammonium.

Om föreningarne sättas i små portioner i sender till en ammoniakalisk silfveroxidlösning, så erhålles ögonblickligen en svart fällning innehållande svafvelsilfver, rhodansilfver och svafvel. Ur fällningen kunde rhodansilfver utdragas med kokande ammoniak.

Med ammoniak bildas rhodanammonium, ammoniumpolysulfuret och svafvel äfvensom ammoniumthiocarbonat.

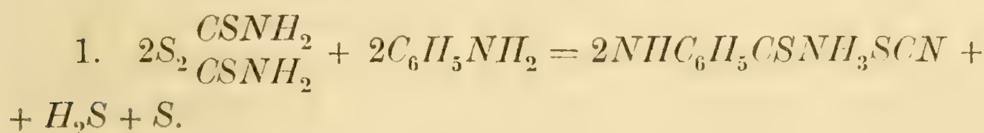
De olika kropparnes förhållande till anilin har äfven befunnits vara densamma.

I beröring med öfverskott af anilin (5 gr så mycket anilin, som den undersökta kroppen, användes) inträder kännbar uppvärmning och lukt af svafvelväte. Reaktionen fulländas genom uppvärmning till högst 30°, då strömmar af svafvelväte utvecklas. Det afskilda svaflet frånfiltrerades genom glasull. Filtratet försattes med något vatten, hvarpå öfverskottet af anilin öfverdestillerades med vattenångor. Ur de varma

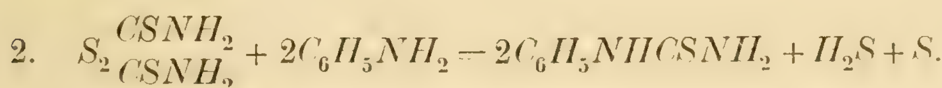
vattenlösningarne utkristalliserade en kropp i glittrande fjell, som renades genom tvättning med eter och omkristallisation ur alkohol. Denna kropp är thiocarbanilid.

Sedan denna jemte svafvel och en ringa mängd af ett mörkfärgadt klibbigt ämne blifvit aflägsnadt, concentrerades på vattenbad, då en surt reagerande lösning erhölls, i hvilken understundom en kristallisation erhölls, understundom ej. Lösningen ger rhodanvätesyrans reaktioner. Den neutraliserades försigtigt med kalihydrat, då en kropp utföll, som tillsammans med hvad möjligen redan utkristalliserat, tvättades med eter och omkristalliserades ur vatten, hvilken operation upprepades ända till konstant smpt 154° var uppnådd. En klibbig substans vidlåder föreningen, som kräfver ofta upprepade tvättningar med eter och omkristallisation ur vatten, hvarvid iakttages, att icke allt löses i vattnet, i ändamål att fullständigt kunna frånskilja thiocarbaniliden. Den erhållna kroppen är monofenylthiocarbamid.

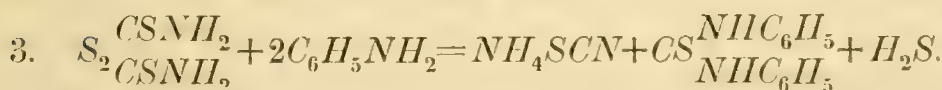
Utom de nu nämda finnes bland reaktionsprodukterna äfven rhodanammonium. Reaktionen går sålunda i trenne rigtningar:



$$1.\quad 2S_2{CSNH_2 \atop CSNH_2} + 2C_6H_5NH_2 = 2NHC_6H_5CSNH_3SCN + $$
$$+ H_2S + S.$$



$$2.\quad S_2{CSNH_2 \atop CSNH_2} + 2C_6H_5NH_2 = 2C_6H_5NHCSNH_2 + H_2S + S.$$

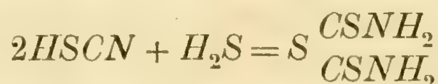


$$3.\quad S_2{CSNH_2 \atop CSNH_2} + 2C_6H_5NH_2 = NH_4SCN + CS{NHC_6H_5 \atop NHC_6H_5} + H_2S.$$

Alla dessa undersökningar utfördes såväl med thiocarbaminsyrans bisulfid, erhållen af dess ammoniumsalt och jod, som med de produkter som erhöllos vid inverkan af saltsyra och rhodanvätesyra äfvensom af svafvelsyra och rhodanvätesyra på hvarandra.

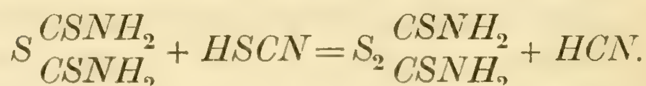
Öfver identiteten mellan thiocarbaminsyrans bisulfid och hufvudbeståndsdelen i de fasta, kristalliserade produkter, som erhålles vid conc. syrors inverkan på rhodanväte, kan sålunda ej vara något tvifvel. Att äfven monosulfiden finnes bland dem, synes framgå deraf, att den produkt som erhålles vid svafvelsyras inverkan på rhodanväte, och som har flera pro-

cent lägre svafvelhalt än den som erhålles vid inverkan af saltsyra, får denna sin svafvelhalt höjd, om den en tid får vara i beröring med den först nämda blandningen af rhodankalium och conc. saltsyra. Det synes sålunda som först monosulfiden uppstår enligt formeln:



$$2HSCN + H_2S = S\begin{matrix}CSNH_2\\ CSNH_2\end{matrix}$$

hvilken senare upptar svafvel från rhodanvätet enligt formeln:



$$S\begin{matrix}CSNH_2\\ CSNH_2\end{matrix} + HSCN = S_2\begin{matrix}CSNH_2\\ CSNH_2\end{matrix} + HCN.$$

Cyanvätet öfverföres sedan af den starka syran i myrsyra.

Som nämdt innehåller filtratet från dithiocarbaminsyrans sulfider en kropp som ger en ytterst karakteristisk jodreaktion. Om till dithiocarbaminsyrad ammoniak i ej alltför utspädd lösning sättes jodlösning, så försvinner jodfärgen hastigt och en hvit fällning af syrans bisulfid inträder. Är lösningen deremot mera utspädd, så inträder en absolut liknande reaktion som fallet är med filtratet från dithiocarbaminsyrans sulfider. Hvarje droppe jod åstadkommer en brunröd fällning, som vid omskakning fullständigt försvinner. Efter en tid utkristalliserar bisulfiden i vackra nålar. Är lösningen ännu mera utspädd, så utkristalliserar ingen bisulfid, utan efter en tid blir lösningen lindrigt grumlig af svafvel. Alldeles samma reaktion inträder, om lösningen först göres starkt sur med saltsyra eller svafvelsyra, innan joden tillsättes. Som förut är omförmält, kan man till och med erhålla bisulfiden i kristaller genom inverkan af svafvelväte på en sur lösning af rhodanväte, samt derpå följande inverkan af jod på den uppkomna dithiocarbaminsyran. Det kan sålunda ej vara tvifvel om, att äfven dithiocarbaminsyran sjelf bildas vid inverkan af syror på rhodanväte. Man har: $HSCN + H_2S = HSCSNH_2$.

Som bekant öfvergår dithiocarbaminsyran i alkalisk lösning (såsom salt med eller utan öfverskott af alkali) ytterst lätt i rhodanväte och svafvelväte. Framställningen af rhodanföreningar grundar sig just på denna reaktion. Af hvad nu är nämdt framgår, att det rent omvända förhållandet äger rum i sur lösning. Här adderar sig svafvelvätet till rhodanvätesyran under bildning dels af den fria dithiocarbaminsyran, dels af dess sulfid och bisulfid.

De vid inverkan af syror på rhodanväte uppkommande föreningarne.

Dessa har jag funnit vara följande:

1) Koloxysulfid.

Öfver uppkomsten af denna förening äfvensom af de följande kolsyra och kolsvafla skall i en följande uppsats öfver koloxysulfid utförliga meddelanden lemnas.

2) Kolsyra.

3) Kolsvafla.

4) Cyansyra(?).

Grunderna för att äfven denna förening uppkommer vid syrors inverkan på rhodanväte äro följande. Ifall de gaser som dervid utvecklas ledas genom kalihydrat och detta derpå surgöres med svafvelsyra, så uppkommer en stickande lukt, liknande cyansyrans. Äfven erhåller man icke fullt så mycket kolsyra som enligt beräkningen skulle bekommas.

5) Dithiocarbaminsyra.

6) Dithiocarbaminsyrans sulfid.

7) Dithiocarbaminsyrans bisulfid.

8) Ammoniak.

9) Myrsyra.

Denna förening påvisas lätt genom att efter slutad inverkan af syror på rhodanvätet utspäda med vatten och destillera. I destillatet kan myrsyran lätt såväl kvalitativt som kvantitativt påvisas.

10) Cyanväte.

Denna förening är naturligtvis modersubstansen till den förra och uppträder endast för så vidt mängden af närvarande vatten är relativt ganska betydligt och särskildt i så fall vid inverkan af svafvelsyra. Får svafvelsyra, utspädd med sin lika vigt vatten, inverka i stort öfverskott på rhodankalium i mättad lösning, så inträder så småningom gul fällning och en jemn men mycket svag utveckling af koloxysulfid. Ännu efter 36 t. visar blandningen stark rhodanreaktion, men innehåller tillika blåsyra i betydliga mängder.

11) Svafvelväte.

Denna förening uppkommer, som vi ha sedt, af rhodanvätet genom en hydrationsprocess, företrädesvis när de inverkande syrorna äro concentrerade. Den uppträder emellertid

under vanliga förhållanden icke i fri form, utan förenar sig med rhodanvätet till dithiocarbaminsyra eller derivater deraf. Vid inverkan af svafvelsyra (5 vol. svafvelsyra och 4 vol. vatten) på rhodankalium i pulverform, kan understundom hydrationen blifva så kraftig, att det bildade svafvelvätet ej hinner absorberas utan i betydliga mängder uppträder i fri form.

12) Persulfocyansyra.

Betingelserna för denna förenings uppkomst äro förut antydda. Ju mera fri syra som finnes närvarande, ju mera minskas bildningen af persulfocyansyran, så att när syrorna inverka i temligen conc. form och i stort öfverskott ingen eller endast mycket små spår af persulfocyansyra bildas.

13 och 14. Tvenne polymera former af rhodanväte.

Öfver dessa och betingelserna för deras bildning skall sedermera närmare undersökningar meddelas.

Vigtsförhållandet mellan de vid syrors inverkan uppkommande kropparne vexlar med den tillsatta syrans mängd och dess concentration.

Bildningen af thiocarbaminsyra och dess sulfider tilltager med koloxysulfidens minskning och tvärtom.

Med 350 cc. saltsyra af 1,2 vv. på 50 cc. mättad rhodankaliumlösning (50 cc. deraf innehöll 47,965 g. rhodankalium eller 29,145 g. rhodanväte) erhölls:

13 g. koloxysulfid,
2,5 g. kolsyra,
12 g. thiocarbaminsyrans sulfider,
1 g. thiocarbaminsyra,
0,1 g. kolsvafla,
1,35 g. myrsyra,
5,8 g. ammoniak.

Räknas i procent af närvarande rhodanväte, så hydreras under angifna förhållanden.

45 pct. rhodanväte till koloxysulfid och ammoniak,
17 » rhodanväte till cyansyra och ammoniak.

Resten af rhodanvätet förenar sig med det bildade svafvelvätet till dithiocarbaminsyra och dess sulfider.

Syrors inverkan på rhodanväte är sålunda väsendtligen en hydration, hvilken förlöper i tvenne rigtningar. Dels bildas dervid koloxysulfid och ammoniak ock dels äfven svafvelväte

och cyansyra. Hvilken af dessa rigtningar reaktionen företrädesvis inslår, beror på syrans concentration, så att ju mera vatten är närvarande, ju mer går reaktionen enligt formeln $HSCN + H_2O = COS + H_3N$. Ju större concentrationen deremot är, ju mera framträder reaktionen enligt formeln $HSCN + H_2O = H_2S + HOCN$. Under vissa betingelser kan emellertid syror äfven inverka polymeriserande på rhodanvätet.



BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 9. N:o 12.

OM

RHODANVÄTESYRA

OCH

DESS MOLEKULÄRA FÖRENINGAR MED ETER OCH ALKOHOLER.

AF

PETER CLAËSSON.

MEDDELADT DEN 9 APRIL 1884.

STOCKHOLM, 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Allt sedan GAY-LUSSAC 1815 upptäckte den fria cyanen, har studiet af dess föreningar ofantligt bidragit till de kemiska teoriernas utveckling, så att under en lång tid åtminstone hvarje nyförvärfvad kännedom om cyanens föreningar utöfvade ett stort inflytande på den vetenskapliga uppfattningen i sin helhet.

Det må här blott i korthet erinras om, att det var fastställandet af blåsyrans sammansättning som väsendtligen bidrog till att allmänt göra den meningen gällande, att det finnes syror utan syre, hvilket som bekant de ortodoxe kemisterna i början på detta århundrade ingalunda ville medge, då det på intet sätt passade in i dåtidens kemiska system, sådant det i sina allmännaste grunddrag var utarbetadt af LAVOISIER. Det var likaledes cyanvätets sammansättning i motsats mot cyansyrans som allmänt införde tron och öfvertygelsen om, att klor, att kalium och natrium verkligen äro elementer. Det var erfarenheter hemtade från kännedomen om cyanföreningarne som väsendtligt bidrog till fastställandet af vår nuvarande uppfattning af begreppet radikal, i motsats mot hvad LAVOISIER och hans närmaste efterföljare mente dermed. Det var den cyansyrade ammoniakens förvandling i urinämne, som lemnade den öfvertygelsen insteg, att de i egentlig mening organiska kropparne lyda samma lagar som de oorganiska; och som införde tron på möjligheten att kunna eftergöra med konst de ämnen, som naturen sjelf frambringar i växten och djuret. Det var ändtligen upptäckten af hithörande kroppar med samma procentiska sammansättning men af olika basicitet, som utgjorde vetenskapens första material för kännedomen om hvad man benämnt polymeri. Det är slutligen väsendtligen med tillhjelp af cyanföreningar som den organiska syntesen haft en sådan förvånande framgång.

I. Kortfattad historisk öfverblick af utvecklingen af kännedomen om cyanföreningarne och deras konstitution.

Den undersökning som med så stor framgång hade påbörjats af GAY-LUSSAC fortsattes väsendtligen af WÖHLER, LIEBIG, DUMAS, WÜRTZ, PELOUZE, KOLBE, HOFMANN och GAUTIER.

Det af DISBACH och DIPPEL 1704 upptäckta *Berlinerblått* var under hela sjuttonde århundradet föremål för talrikare undersökningar kanske än någon annan kropp; och dock kunde GAY-LUSSAC med skäl säga, att det gafs få kroppar, om hvilka kännedomen var så otillfredsställande som just härom. När han derför 1815 offentliggjorde sitt stora och genialiska arbete öfver den af SCHEELE upptäckta *blåsyran*, kan man förstå den kolossala impuls, som detta arbete åstadkom; och det förefaller mig nästan som vore det rigtigt att datera den organiska kemiens begynnelse i modernt vetenskaplig mening just från detta år.

GAY-LUSSAC fastställde i nämda arbete blåsyrans sammansättning, framställde och analyserade cyanklorid såväl som den fria cyanen, åt hvilken han gaf detta namn. Blåsyrans saknad af syre och cyanens likhet med klor faller honom genast i ögonen och han uppställer vätesyrorna (hydracides) i en särskild klass.

Denna cyanens likhet med klor blir i sjelfva verket häfstången till alla de första syntetiska arbetena inom den organiska kemien.

Det gällde sålunda förnämligast att binda cyanen vid syre, att framställa *cyansyra*. Detta lyckades egentligen först WÖHLER, som 1822 framställde och 1824 fullständigt analyserade denna syras salter. Samma år offentliggjorde GAY-LUSSAC och LIEBIG sin undersökning öfver BRUGNATELLI's knallkvicksilfver och kommo till det resultat, att syran deri var den verkliga cyansyran.

Då båda undersökningarne visade sig korrekta gaf detta anledning till förnyad undersökning af cyansyran, hvarvid WÖHLER 1828 fann vid försök att framställa cyansyrad ammoniak, att i dess ställe erhölls urinämne. Å andra sidan hade SERULLAS upptäckt en förening mellan cyan och klor, som

var fast och som gaf en cyansyra som icke sönderdelades af vatten och som han antog hafva mer syre än Wöhlers syra. LIEBIG visade vidare att urinämnet gaf vid upphettning samma syra, som dessutom visades vara identisk med den redan af SCHEELE framställda pyrourinsyran. För att närmare utreda dessa invecklade förhållanden förenade sig LIEBIG och WÖHLER för en gemensam undersökning, som offentliggjordes 1830. De föregående resultaten bekräftades. Den fasta cyansyran, eller som de kallade den *cyanursyran*, analyserades och bevisades vara trebasisk. Vid dess upphettning erhölls den »vattenhaltiga cyanursyran». Förklaringen af cyanursyrans öfvergång i cyansyra är karakteristisk för dåtiden. I cyanursyran antogs intet färdigbildadt vatten, hvilket deremot antogs vara förhållandet med cyansyran. Förloppet uttrycktes derför enligt formeln $N_3C_3O_3H_3 = N_3C_3O_{1\frac{1}{2}} + O_{1\frac{1}{2}}H_3$. Cyanursyran ansågs deremot isomer med den »olösliga cyansyran», eller som LIEBIG sedermera kallade den: *cyamelid*, hvari cyansyran lätt öfvergick, äfvensom med knallsyran.

Samtidigt härmed pågick äfven undersökningar af ett annat cyanderivat, nemligen *sulfocyansyran*, som 1820 af BERZELIUS analyserades. Han förklarade den i analogi med cyanvätet med den sammansatta radikalen »svafvelcyan», en förklaring som LIEBIG accepterade, då deremot VÖLCKEL ansåg den som »cyansvafladt svafvelväte».

Genom LIEBIGS bemödanden att framställa den fria radikalen svafvelcyan och VÖLCKELS att finna skäl för sin åsigt utvidgades vår kännedom om rhodanvätet och dess sönderdelningsprodukter högst betydligt. Framställningen af *persulfocyansyra*, *pseudosvafvelcyan*, *melam*, *mellon*, *melamin*, *ammelin*, *melanurensyra*, *klorocyanamid*, *thioammelin* och *thiomelanurensyra* var en frukt af dessa undersökningar.

Den år 1833 af ZEISE uppfunna metoden att framställa organiska svafvelföreningar genom destillation af alkalisulfider med salter af den syra, som oafbrutet sysselsatte kemisterna under förra delen af detta århundrade, nemligen vinsvafvelsyran, har som bekant varit af stort inflytande på den organiska kemien.

Redan 1834 erhöll PELOUZE *cyanetyl* genom destillation af en blandning af cyankalium och etersvafvelsyradt kali. Han hade 1821 iakttagit att myrsyrad ammoniak vid upphettning till 200° transformeras i vatten och cyanväte och FEHLING er-

höll 1844 benzonitril vid destillation af benzoesyrad ammoniak. Dessa tre fakta stodo emellertid en tid utan närmare sammanhang och fingo derföre först en allmän betydelse genom DUMAS' 1847 offentliggjorda undersökningar. Generaliserande sina iakttagelser vid destillationen af oxalsyrad ammoniak visade han, att ammoniaksalterna gifva genom dehydration upphof till tvenne klasser af kroppar: *Amider*, som uppkomma deraf genom förlust af 1 m. vatten och *nitriler* genom ytterligare förlust af 1 m. vatten. Efter att på så sätt ha definierat och generaliserat framställningen af dessa tvenne klasser, visar han i förening med MALAGUTTI och LEBLANC att nitrilerna äro identiska med PELOUZE's cyaneterarter.

Nitrilerna blefvo sedan föremål för talrika arbeten. Här skall endast erinras om att FRANKLAND och KOLBE vid sina försök att framställa de fria alkoholradikalerna genom kaliums inverkan på cyanetyl erhöllo en med denna polymer förening: *cyanetin*.

Utgående från DUMAS' idé om nitrilernas uppkomst af ammoniaksalter genom förlust af 2 m. vatten och ännu mera generaliserande densamma genom att till ammoniaksalterna äfven räkna dem med aminer såsom bas, är det tydligt att man utgående från skilda föreningar kan komma till nitriler af samma sammansättning. Sålunda måste såväl ättiksyrad ammoniak som myrsyrad metylamin genom förlust af 2 m. vatten gifva föreningar sammansatta enligt formeln C_2H_3N. Experimentet har nu visat att de på dessa olika vägar framställda kropparna äro isomera.

Dehydrationen af myrsyrade aminsalter utfördes först af A. W. HOFMANN 1867. Den egentliga upptäckten af de isomera nitrilerna är emellertid något tidigare och knuten till en lika oväntad som märkvärdig egenskap hos cyansilfret. Sökande efter en praktisk metod för framställningen af cyanetyl underkastade GAUTIER helt naturligt jodetyl och cyansilfver inverkan på hvarandra. Produkten var emellertid icke proprionitril utan en isomer *karbylamin*, såsom Gautier kallade denna klass af föreningar. Denna olikhet i inverkan af cyansilfver och cyankalium på alkyljodider var då emellertid så allenastående och oväntad, att flera gånger förut kemister haft karbylaminer i sina händer utan att lägga märke till de pregnanta isomeriska egenskaperna hos denna klass af kroppar.

Sådant är i korthet ursprunget till vår kännedom om nitrilerna och karbylaminerna, dessa märkvärdiga klasser af föreningar, som intaga en lika framstående plats i kemiens historia som de göra det i dess system.

Öfvergå vi nu till de *organiska sulfocyaniderna*, så må det först anmärkas att CAHOURS framställde dessa 1846 enligt samma metod som PELOUZE användt för erhållandet af nitrilerna. Ehuruväl senapsoljan »par excellence» såväl som den af HOFMANN 1858 framställda fenylsenapsoljan hade egenskaper som betydligt afveko från rhodanalkylernas, kunde de verkliga isomerierna naturligen först ådagaläggas genom att med en och samma radikal åstadkomma såväl en senapsolja som en rhodanid. Detta skedde som bekant först 1868 af HOFMANN. Den jemförande undersökningen visade lika stora differenser mellan dessa klasser af föreningar, som dem hvilka finnas mellan cyaniderna och nitrilerna. Polymera rhodanföreningar blefvo först bekanta 1880, då HOFMANN framställde en sådan af rhodanmethyl. Författaren häraf påvisade samtidigt att syran i den genom upphettning polymeriserade rhodanättiketern verkligen är trebasisk. Här liksom fallet är vid polymeriseringen af nitrilerna är det sålunda tre molekuler som sammansluta sig till en. Polymera senapsoljor äro ännu icke kända. Dock må anmärkas att FLEISCHER af persulfocyansyra framställde ett tvåbasiskt rhodanväte hvars konstitution dock icke är närmare kändt.

År 1849 undersökte WÜRTZ den inverkan som cyansyradt kali och etersvafvelsyrade salter utöfva på hvarandra vid upphettning och upptäckte dervid *cyansyrans* och *cyanursyrans eterarter*. Alla de märkvärdiga egenskaper och transformationer som LIEBIG och WÖHLER funnit hos cyansyran återfunnos hos dess eterarter på det noggrannaste återgifna. Ungefär samtidigt framställde HOFMANN *fenylcyanat* eller *carbanil* genom upphettning af oxamelanil såväl som genom destillation af oxanilid med fosforsyreanhydrid. HOFMANN var tillika den förste som hänförde cyansyran och dess eterarter till ammoniaktypen. LAURENT och GERHARDT hade tillämpat DUMAS' idé om amidernas och nitrilernas uppkomst af ammoniaksalter genom förlust af vatten på de af LIEBIG först kännetecknade tvåbasiska syrorna. Af deras sura ammoniaksalter fingo de på så sätt fram en ny klass af föreningar nemligen *imider* eller som de inom den aromatiska serien kallades *aniler*. Succini-

mid, camphorimid, phtalimid samt fenylderivaterna succinanil, camphoranil och phtalanil voro bland de första kända föreningar till denna numera så talrika klass, till hvilken som sagdt äfven HOFMANN hänförde cyansyran och dess eterarter. Denna åsigt har så småningom vunnit insteg och kan numera sägas vara allmänt gällande beträffande alla cyansyrans föreningar.

Den närmast följande betydligare utvecklingen af vår kännedom om cyanföreningarne härrör från CLOEZ' undersökning af cyankloridens inverkan på kaliumalkoholat 1857, hvarvid en med cyansyrad etyleter isomer förening upptäcktes, den af honom s. k. *cyanetolin*. Dess egenskap att med kali ge kaliumcyanat och alkohol och med klorväte cyanursyra och kloretyl föranledde honom att uppställa denna förening såsom en nitril. HOFMANN och OLSHAUSEN fullföljde dessa undersökningar och funno dervid, att det oljformiga metylcyanatet lätt öfvergår i en fast kristalliserbar kropp som dock icke var identisk med WÜRTZ cyanursyrade metyleter, men öfvergick i densamma vid destillation. Samma intressanta förhållande iakttogs inom fenylserien. Författarne kommo på grund häraf till den uppfattningen af nämda fasta kropp, hvari cyanmetolinen öfvergår, att den utgör den trimera metyloxinitrilen.

Tilläggas må här att MULDER nyligen underkastat cyanetolin en förnyad undersökning, hvarvid den dittills obekanta normala cyanursyrade etyletern erhölls. Af hans undersökning framgick tillika att cyanetolin icke är en homogen kropp utan alltid innehåller mer eller mindre cyanursyrad etyleter äfvensom amidocyanursyrade etyletrar och att det till och med är tvifvelaktigt om den innehåller någon cyansyrad etyleter alls. Han iakttog tillika att cyanursyrad etyleter förenar sig med brom i ett förhållande af 1 m. af etern på 6 at. brom.

1870 erhöll HOFMANN ett *isomert fenylcyanurat* vid inverkan af saltsyra på trifenylmelamin äfvensom han påvisade det märkvärdiga förhållande som trietylfosfin utöfvar på fenyl- och metylcyanat. Härvid bildades polymera former af lägre smältpunkt än de förut bekanta och som han på grund deraf ansåg såsom *dimera*. Deras constitution afgjordes definitivt 1871 genom att med alkohol öfverföra dem i allophansyrade eterarter, med aminer i biureter.

Det återstår slutligen att äfven med några ord omnämna en annan klass af cyanföreningar nemligen de talrika *cyanamiderna*. CLOEZ och CANNIZARO erhöllo dessa föreningar 1851 genom inverkan af cyanklorid på eterlösningar af ammoniak och aminbaser. 1858 erhöllo BEILSTEIN och GEUTHER den polymera formen *dicyandiamid* eller som de kallade den *param* vid klorcyans inverkan på natriumamid och 1862 visade HAAG att cyanamid direkt låter sig polymeriseras till nämda förening. Tillika iakttog han det märkvärdiga förhållande, att dicyandiamid lätt fixerar 1 m. vatten och öfvergår i en kraftig bas, i *dicyandiamidin*. *Alkylsubstituerade cyanamider* äro i mängd framställda af HOFMANN genom afsvafling af monoalkylsubstituerade thiourinämnen. Härvid erhålles alltid de mot melamin svarande formerna. Svafvelurinämnet sjelf ger deremot vid afsvafling i köld cyanamid såsom VOLHARD har visat.

Sådana äro i korthet hufvuddragen af utvecklingen af vår kännedom om cyanföreningarne. Här skulle visserligen kunnat anföras åtskilliga andra klasser af dem och särskildt additionsprodukter med cyan, cyanväte, cyanamid m. fl. Då emellertid dylika föreningar icke legat inom området för mina egna undersökningar har jag underlåtit att här omnämna dem.

Sammanfatta vi nu all förvärfvad erfarenhet om cyanföreningarne, så synes ganska otvunget framgå det berättigade i antagandet, *att hvarje cyanförening kan existera i 6 olika former, af hvilka trenne äro enkla, tvenne dimera och trenne trimera.* Det må emellertid på samma gång erinras om, att experimentelt ännu ingen cyanförening föreligger i alla dessa modifikationer och att man hittills icke känner någon dimer cyanförening i mer än en sådan.

Öfvergå vi nu till *cyanföreningarnes konstitution*, så må det genast anmärkas beträffande den enklaste af dem alla, cyanvätet, att knappast mer än en mening varit rådande om denna förenings konstitution. Blåsyran är myrsyrans nitril, och formeln $H—C\equiv N$ är alltså ett deremot svarande uttryck. Särskildt har GAUTIER i sitt stora arbete öfver nitrilerna (Ann. Ch. Phys. [4] 17) med all omsorg sökt efter bevisen för och emot nämda uppfattning.

Comme les nitriles ordinaires, l'acide cyanhydrique contracte avec les hydracides des combinaisons faibles, que la chaleur dissocie; comme eux, il ne s'unit pas directement aux oxacides minéraux; comme eux, il ne s'unit pas aux

iodures alcooliques. Au contraire les carbylamines s'unissent violemment aux hydracides pour former des combinaisons assez stables; ils enlèvent l'eau aux oxacides organiques, et donnent ainsi des acides anhydres; enfin ils contractent combinaison avec les iodures alcooliques; On doit donc placer l'acide cyanhydrique dans la classe des nitriles, et lui donner à ce titre la formule Az (CH)'''.» Men GAUTIER går ännu längre. Han antar att en carbylamin $N{=C \atop -H}$ icke kan existera. Hans bevis härför må äfven i betraktande af ämnets vigt anföras:

»Mais il était indispensable de se demander s'il n'existait pas ou ne pouvait pas exister deux cyanures d'hydrogène; l'un déjà connu, qui est le formonitrile ou acide cyanhydrique Az (CH)'''; l'autre, la première des carbylamines. $Az\begin{cases}C''\\H\end{cases}$. Nous pensons pouvoir affirmer que ce dernier corps n'existe pas. Plaçons-nous en effet dans l'hypothèse qu'on puisse obtenir ces deux composés isomères, quelles seraient leurs proprietés? Le premier dériverait, en tant que nitrile ordinaire, d'un sel ammoniacal à acide gras d'un même nombre d'atomes de carbone, par conséquent du formiate d'ammoniaque par perte de 2 m. d'eau; le second, en tant que carbylamine, dériverait d'un formiate d'amine contenant un même nombre d'atomes de carbone que lui, c'est-à-dire encore du formiate d'ammoniaque. Les corps générateurs se confondraient donc en un seul et même corps dont la dèshydration ne peut donner naissance qu'à un seul et même nitrile. Réciproquement, le premier, appartenant à la classe des nitriles proprement dits, doit jouèr de la proprieté des corps de cette classe, de donner, par son hydratation sous l'influence de la potasse ou des acides, l'ammoniaque et l'acide gras correspondant, c'est-à-dire, dans ce cas particulier, l'acide formique; le second, en tant que carbylamine, aurait, dans les mêmes conditions, la propriété de produire, en même temps que l'acide formique l'amine du radical R qui entre dans sa molécule $Az\begin{cases}C\\H\end{cases}$ est qui est H dans ce cas spécial, c'est-à-dire encore l'ammonique et l'acide formique. Ces considérations paraissent donc montrer que les premiers termes des deux séries homologues, nitriles proprement dits et carbylamines, semblent se confondre dans un terme unique Az CH.

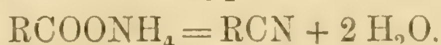
GAUTIER visar nu att cyanväte erhållet ur gult blodlutsalt, ur cyanammonium, cyankalium och cyansilfver verkligen är en och samma kropp. Han destillerade 600 gr. cyanväte och fann att kokpunkt och smältpunkt städse voro desamme. Särskildt är det cyanväte på olika sätt frambragt ur cyansilfver, som han examinerar. Han söker äfven att i en alkalisk lösning af cyansilfver ersätta metallen mot väte utan att detta lyckas.

»Il nous paraît donc bien démontré que la constitution du cyanure d'argent est la même que celle des autres cyanures métalliques, et qu'il est impossible d'expliquer la formation des carbylamines par l'hypothèse que la formule qui indiquerait cette constitution soit $Az\left\{\begin{matrix}C\\ Ag\end{matrix}\right.$».

»Voulant cependant savoir si la production des carbylamines est due à un changement isomerique que le cyanure d'argent imprimerait aux nitriles ordinaires qui se formeraient d'abord, puis subiraient cette transformation sous son influense, j'ai chauffé longtemps l'acide cyanhydrique et l'acétonitrile en tubes scellés, chacun avec du cyanure d'argent. Dans aucun cas, je n'ai observé la formation de carbylamine. Je n'ai pas réussi davantage avec l'iodure d'argent.

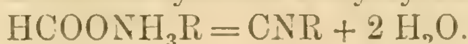
»La production de ces corps ne peut donc s'expliquer par aucune de nos théories chimiques proprement dites, et elle doit nous confirmer dans cette idée, qu'il est absolument impossible, non-seulement de prévoir les reactions, mais aussi de s'en rendre un compte sérieux et exact autrement que par l'étude des phénomènes thermiques qui les accompagnent. Ces dernières considerations seules, quelles que soient l'admirable langue de nos symboles et la délicatesse avec laquelle nous puissions les manier, nous conduiront à rèsoudre cette seconde partie du problème: la mesure des forces qui entrent au réaction, pour dissocier, transporter ou sonder les diverses parties de la molécule».

Öfver åsigterna om *nitrilernas* och *karbylaminernas olika konstitution* är i det föregående antydanden gjorda. Nitriler äro anhydrider af de feta syrornas ammoniaksalter. Om R betecknar en envärdig alkoholradikal, ha vi sålunda den generella formeln för nitrilernas typiska bildning.



$$RCOONH_4 = RCN + 2\,H_2O.$$

Karbylaminerna äro anhydrider af myrsyrans alkylaminsalter:



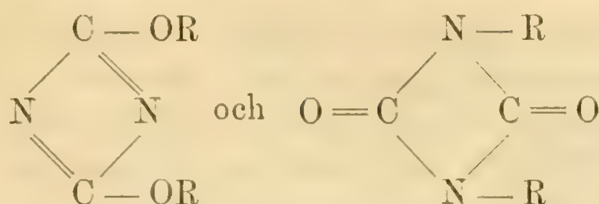
$$HCOONH_3R = CNR + 2\,H_2O.$$

Denna på ett särskildt sätt fungerande kolatom i karbylaminerna stammar sålunda från myrsyra och är fixerad vid NR genom en anhydrationsprocess. Då nu myrsyrans egen anhydrid är koloxid, så kan följaktligen karbylaminerna äfven anses såsom koloxid, i hvilken syret är ersatt af en imidkomplex. Det är sålunda otvifvelaktigt rigtigast att uppfatta kolet såsom tvåvärdigt eller med andra ord karbylaminerna såsom direkta derivat af koloxid.

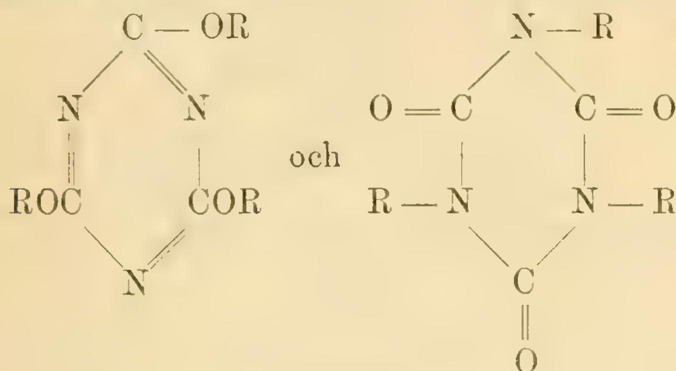
Det må slutligen anmärkas, att ifall dehydrationen af t. ex. ättiksyrad etylamin kunde ske enligt formeln $CH_3COONH_3E = C_2H_2NE + 2H_2O$, hvilket dock icke är experimentelt bevisadt, så skulle vi få den enkla typiska skilnaden mellan nitriler och karbylaminer, att de förre äro anhydrider af de feta syrornas ammoniaksalter, de senare af deras alkylaminsalter.

Isocyanaterna och *senapsoljorna* äro resp. oxider och sulfider′ af karbylaminerna, då de direkte öfverföres deri genom upptagning af syre genom oxidation med kvicksilfveroxid (GAUTIER: loc. cit.) eller genom addition af svafvel (WEITH, B. B. 6,210), liksom omvändt senapsoljorna kunna beröfvas sitt svafvel och öfvergå i karbylaminer (WEITH). Deras imidnatur framgår deraf, att de äro att anse såsom anhydrider af karbaminsyror, liksom senapsoljorna af motsvarande thiocarbaminsyror. HOFMANN erhöll nemligen fenylcyanat genom destillation af fenylurethan med fosforsyreanhydrid (B. B. 1870, 653), liksom fenylthiourethan genom samma operation ger fenylsenapsolja (B. B. 1869, 116). Å andra sidan utgöra de äfven resultatet af en anamidering af urinämnen resp. thiourinämnen, reaktioner som äfven HOFMANN utfört (Jahresber. 1858, 343 och Lond. R. S. proc. 9,275). Dessa reaktioner försiggå dock med svårighet och biureter torde dessutom utgöra det första stadiet af denna anamidering. Den omvända reaktionen; addition af ammoniak, aminbaser, alkoholer, vatten och svafvelväte till nämda föreningar försiggå deremot med lätthet såsom bekant är.

Polymeriseringen af nu nämda nitriler och imider har uppenbarligen sitt mönster i acetylens öfvergång i benzol och man har derföre tilldelat dem liknande formler. Med användande af Kékulés benzolring såsom förebild blifva sålunda formlerna för de dimera cyansyrade eterarterna:



för de trimera åter:



Att dessa formler delvis åtminstone hafva sitt berättigande synes framgå deraf, att då fenylisocyanat med alkohol ger en urethan ger den dimera formen en allophansyreeter.

Är sålunda vår kunskap om konstitutionen af de organiska nitrilerna och karbylaminerna, cyanaterna och isocyanaterna, rhodanater och senapsoljor samt deras polymera former ganska tillfredsställande, så kan detta deremot icke sägas vara fallet med de föreningar der väte intager alkylradikalernas plats, sålunda de egentliga modersubstanserna till de föregående.

Särskildt är det om *konstitutionen af den fria cyansyran och cyanursyran* samt de föreningar som stå dessa senare systematiskt nära, nemligen melamin, ammelin och melanurensyra som meningarne äro delade.

Bestämdast af alla har NENCKI (B. B. 1876, 1008 och 1552) uttalat sig för imidställningen hos ifrågavarande föreningar. De skäl han anför härför äro följande:

Cyansyrans lätta omsättning med vatten till kolsyra och ammoniak.

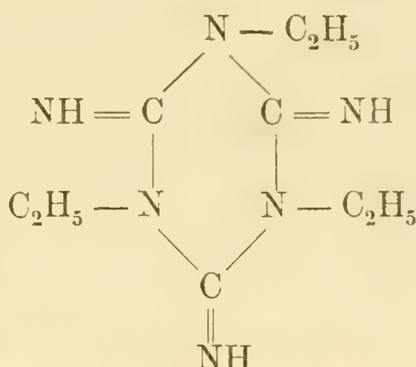
BASAROWS iakttagelse, att cyansyradt kali i lösning försatt med natriumamalgam öfvergår i *formamid.*

Bildandet af *carbimideterarter* genom destillation af cyansyradt kali med etersvafvelsyrade salter.

Obeständigheten hos de verkliga cyansyrade föreningarne. *Metylcyanat* polymeriseras lätt. Den polymera formen öfvergår lätt till imidställningen.

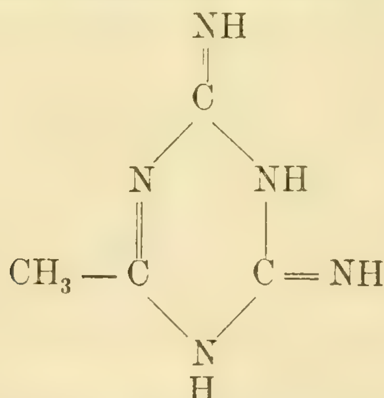
Cyanamidens egenskaper anger densamma som en imid, särskildt sammansättningen hos dess silfversalt (jfr MULDER).

Etylcyanamid öfvergår genom polymerisering lätt i *trietylmelamin*, hvilken med syror ger ammoniak och *trietylammelin* och slutligen *isocyanureter*, hvilket äfven gäller inom metyl- och fenylserierna. Alltså är sammansättningen af *trietylmelamin*.

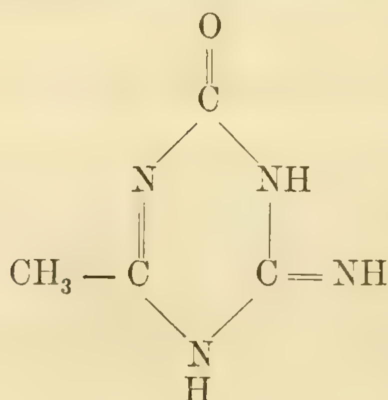


Difenylurinämne spaltas i cyansyra och difenylamin (MICHLER B. B. IX 715). *Karbaminthioglykolsyra* spaltas i cyansyra och thioglykolsyra (J. pr. Ch. [2] 17, 69).

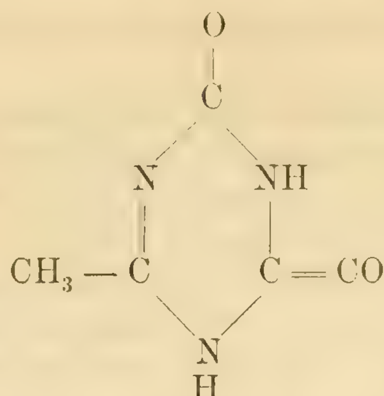
Acetoguanaminens sammansättning är enligt WEITH:



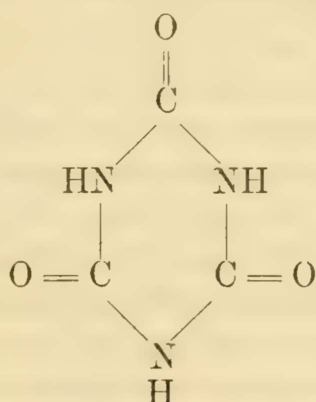
häraf uppstår genom inverkan af alkalier *guanid:*



derpå *guanamid:*



det senare ger genom oxidation *cyanursyra:*



Äfven MULDER har uttalat sig för imidställningen hos ifrågavarande föreningar på grund af frånvaro af additionsprodukter mellan cyanursyra och brom, hvilka deremot förefinnas mellan brom och den normala cyanursyrans eterarter (Trav. Chim. Pays-Bas 1, 41).

För imidställningen hos cyanamid uttalade sig äfven till en början WEITH (B. B. 1874, 16) på grund af afsvaflingsförsök med difenylthiourinämne, som i benzollösning med kvicksilfveroxid ger carbodifenylimid: $C {= NC_6H_5 \atop = NC_6H_5}$, hvilken med svafvelväte regenererar den urprungliga kroppen och med aminbaser ger guanidiner. Då nu alltid vid afsvafling först en cyanamid uppstår, måste äfven cyanamid par excellence ha sammansättningen $C {= NH \atop = NH}$. WEITH's derpå följande undersökning (B. B. 1874, 843) öfver klorcyans inverkan på difenylamin visar, att dervid i första hand uppstår en verklig difenylcyanamid, hvilken äfven med aminbaser ger guanidiner. Det finnes sålunda derivat både af cyanamid och carbodiimid. De förra uppkomma dels genom afsvafling af monosubstituerade urinämnen, dels genom klorcyans inverkan på aminbaser;

de senare bildas vid afsvafling af disubstituerade thiourinämnen.

Fileti och R. Schiff (B. B. 1877, 426) uttala sig för formeln $CN.NH_2$ dels på grund af cyanamids inverkan på aldehyd, hvarvid trietyliden-melamin, $(CN)_3 (N = CHCH_3)_3$ bildas, dels på grund deraf att kloral förenar sig med cyanamid liksom med amider samt slutligen derför att cyanamidsilfver med jodetyl ger en dietylcyanamid $N(C_2H_5)_2CN$, af hvilken dietylamin lätt kan erhållas. På grund häraf kan väl knappast någon annan mening göra sig gällande än att cyanamid verkligen är en amid och icke en imid.

I allmänhet taget kan dock väl det omdöme som Claus (B. B. 1876, 1165) en gång fällde i denna fråga ännu ha sin fulla giltighet, nemligen att man kan anföra skäl både för den ena och andra meningen, men att några bindande bevis icke finnas. Orsaken härtill är enligt min mening den, att man ännu icke faktiskt lyckats att framställa någon hithörande förening i tvenne bestämdt skilda former med samma molekularvigt. Lyckas detta för någon eller några, så är det tydligt, att det icke bör vara någon väsendtlig svårighet att afgöra, hvilken som är imid och hvilken som är nitril. Vidare har man ännu icke några generella reaktioner som skilja hydroxylföreningar från imider. Isomerier äro hvad som mer än allt annat fastställer kroppars konstitution och i grunden är isomerier det enda som säkert gör detta.

Om i stället för syre införes svafvel, så erhålles å ena sidan grupperna HS och CN och å den andra CS och NH. Af dessa kunna HS och CN bestämdt skiljas från hvarandra medelst jod, då i förra fallet erhålles en bisulfid, i senare fallet bör ingen inverkan alls ske. Det är denna tanke som till en del legat till grund för mina undersökningar öfver rhodanvätet och dess polymerier, undersökningar för hvilka närmast skall göras reda för.

Äfven andra skäl kunna sägas göra dylika undersökningar af behofvet påkallade. En hel del hit hörande föreningar, om än kända ända sedan den organiska kemiens begynnelse, äro ännu till sin konstitution mer eller mindre obekanta, äfvensom här å andra sidan finnas stora luckor i systemet.

I föreliggande uppsats skola meddelas de af mina undersökningar, som angå rhodanvätet sjelf och dess molekulära föreningar med eter och alkoholer.

I en följande uppsats skall jag redogöra för den inverkan som syror utöfva på rhodanvätet.

Mina undersökningar rörande de polymera rhodanvätena, thiourethaner och thioallophansyrade eterarter samt andra cyanföreningar skola följa derpå.

II. Öfver rhodanvätesyra och dess föreningar med eter och alkoholer.

I. Historik.

Näst blåsyran sjelf, hvilken som bekant redan af SCHEELE framställdes, var rhodanvätesyran den cyanförening, hvarmed man tidigast blef bekant.

Anledningen till dess upptäckande var den bekanta röda färg, som den ger med jernoxidsalter, hvilken först 1790 af WINTERL (Die Kunst: die Blutlauge zu bereiten. Wien 1790) iakttogs. Han kallade syran för *blodsyra*. BUCHOLTZ och RINS (Gehlens Journ. 1804) iakttogo i det färdiga blodlutsaltet en substans, som färgade jernoxidsalter röda, och som de utdrogo ur blodlutsaltet med alkohol. Den hölls för en modifikation af blåsyra. År 1808 undersökte PORRETT (Phil. Magaz. 26, 196) den inverkan, som svafvelalkali har på berlinerblått, och fann bland produkterna en substans, som färgade jernoxidsalter röda. Han fann tillika att svafvel utgjorde en beståndsdel deri, kallade syran för *svafvelblåsyra* (sulfuretted prussic acid), antog den vara analogt sammansatt med ferrocyanväte som han kallade jernblåsyra eller chyazicsyra. GROTTHUSS (Schweigg. Journ. 1817, 226) uppfann den metod, som under en lång tid användes för framställningen af rhodankalium, nemligen upphettningen af gult blodlutsalt med svafvel. På samma princip hvilade LIEBIGS framställning af ammoniumsaltet, hvilket skedde af blåsyra och gult svafvelammonium. ZEISES iakttagelse att rhodanammonium bildas vid inverkan af kolsvafla på ammoniak har äfven en tid varit använd för framställning af rhodanföreningar. Numera torde hvarken den ena eller andra metoden ifrågakomma, då som bekant rhodanammonium erhålles i stora mängder såsom biprodukt vid lysgasberedningen.

VOGEL och SOEMMERING (Schweigg. Journ. 1818 s. 15) voro de förste som underkastade rhodanvätesyran en utförligare undersökning, hvarigenom denna syras beståndsdelar blåsyra och svafvel bekräftades. BERZELIUS (Schweigg. Journ. 1821, 24) fastställde dess sammansättning definitivt och uttalade tillika sin mening om dess konstitution. Rhodanvätets konstitution förklarade han i enlighet med den uppfattning, som började göra sig gällande med »klorinteorien». »Was nun das besondere Verhalten dieser Säure und der Blausäure betrifft, so kann man dasselbe ganz nach der neuaufgestellten Theorie der Salzsäure erklären, wonach die oxydirte Salzsäure als ein einfacher Körper betrachtet wird und diese Theorie kann man sogar auf eine interessante Weise über die wasserhaltigen Säuren und Salze im Allgemeinen ausdehnen, wie nämlich DULONG vorschlägt, indem man sie ansieht als Verbindungen von Wasserstoff und Metallen mit den Säureradicalen und den Sauerstoff, jedes Paar dieser beiden Substansen als ein Körper betrachtet». Detta var ännu innan Berzelius i sitt system uppställt skillnaden mellan haloid- och amfidsyror. I 5:te upplagan af sin »Lehrbuch der Chemie» utvecklar han närmare grunderna för sin anförda uppfattning af rhodanvätets konstitution.

Under åren 1834—1846 kommo en stor serie af arbeten beträffande rhodanvätesyran, hvilka alla ha till ändamål att framkalla bevis för denna syras konstitution d. v. s. om den är att anse som en haloidsyra med radikalen svafvelcyan eller såsom cyansvafladt svafvelväte. LIEBIG förfäktade den förra, VOELCKEL den senare åsigten.

Det var bland annat med stöd af sina undersökningar öfver rhodanvätesyran som LIEBIG (1838) införde den först af DAVY och DULONG uttalade åsigten om syrors och salters konstitution, hvarigenom den principiella skillnaden mellan haloid- och amfidsyror upphäfdes, en uppfattning som temligen allmänt blef gillad. LIEBIGS undersökningar på detta område förde i öfrigt till upptäckten af melam, mellon, ammelin, ammelid m. fl.

VOELCKEL påvisade, att den af LIEBIG af klor och rhodankalium framställda fria radikalen »svafvelcyan» icke har en deremot svarande sammansättning utan äfven innehåller väte och syre. Han kallade den för *cyanoxysulfid*. Vidare undersökte han närmare den af WÖHLER först erhållna sönder-

delningsprodukten af svafvelblåsyra, nemligen *öfversvafvelblåsyran.* I enlighet med sin angifna uppfattning af svafvelblåsyran benämnde BERZELIUS densamma i sin lärobok rhodanvätesyra; öfversvafvelblåsyran kallade han *Xanthanvätesyra.* Cyanoxysulfiden införde han under benämningen *pseudosvafvelcyan.* Namnet rhodanväte har som bekant hållit sig kvar till våra dagar, oaktadt den uppfattning af denna kropp, som i dess namn skulle göra sig gällande, icke kan sägas vara den rigtiga.

VOELCKEL undersökte äfven de vid upphettningen af rhodanammonium uppkommande sönderdelningsprodukterna, hvilka han fann vara vida fler än Liebig angett. Han anför inalles 12 sådana, nemligen:

Alphensulfid $C_6H_{10}N_{10}S$
phalensulfid $C_6H_{12}N_{12}S$
phelensulfid $C_7H_{14}N_{14}S$
argensulfid $C_8H_{16}N_{16}S$
poliēn $C_6H_{12}N_{12}$ (melam)
glaucēn $C_4H_2N_6$ l. $C_6H_3N_9$ (mellon)

samt dessutom såsom sönderdelningsprodukter af poliēn utom de af Liebig angifna: melamin, ammelin och ammelid äfven

amelēn $C_6H_6N_{10}$ samt
albēn $C_{12}N_{20}H_{18}O_3$ och ännu en tredje, hvars sammansättning icke närmare kunde angifvas.

De af VÖLCKEL påvisade intermediera produkterna mellan rhodanammonium och melam återfinna vi om än med andra formler i nyare tider i CLAUS *thioprussiamsyror* (Ann. Chim. Pharm. 179, 148) nemligen monothiodiprussiamsyra $C_6H_8N_{10}S$ och dithiodiprussiamsyra $C_6H_7N_9S_2$.

I nyare tider har rhodanvätesyra upprepade gånger varit föremål för undersökningar och dervid synnerligen vigtiga upptäckter blifvit gjorda. Jag vill här endast erinra om rhodanammoniums öfverförande i thiocarbamid, om framställningen af koloxysulfid, om persulfocyansyrans eller xanthanvätets öfverförande i dithiocyansyra och om organiska syrors öfverförande i amider medelst rhodanväte.

Rhodanvätesyrans konstitution i modern mening, åtminstone sådan den föreligger i dess salter, framgick dels af framställningen af denna syras eterarter och dessas egenskaper samt enkannerligen af framställningen och egenskaperna hos de med desamme isomera senapsoljorna.

2. Den fria vattenhaltiga rhodanvätesyrans framställning och egenskaper.

VOGEL och SOEMMERING (loc. cit.) framställde rhodanvätesyra på följande sätt: 100 d. rhodankalium (saltet innehöll äfven cyankalium m. m.) destillerades med 75 d. svafvelsyra, utspädd med sin lika vigt vatten, så länge det öfvergående var färglöst. Mot slutet öfvergick en gulfärgad lösning af ammoniumpolysulfuret och i retorten återstod en gulfärgad massa. Den på så sätt erhållna syran hade en stickande lukt och sur smak. Dess kokpunkt var 82° R. Vol. vigt = 1,0203. Den stelnade vid — 10° R. VOGEL kunde i sin syra icke påvisa någon blåsyra, ehuru det är tydligt att den måste hafva innehållit denna kropp i ansenliga mängder. Detta beror derpå, att den vanliga metoden för cyanvätets påvisande knappast är användbar, när detta är blandadt med stora mängder rhodanväte.

De giftiga egenskaperna som VOGEL fann hos rhodanvätesyran och dess lösliga föreningar och som sedan hans tid stått kvar i en del pharmacopéer, har uteslutande sin grund i en halt af cyanväte i Vogels preparater. Rhodanväte och dess föreningar äro i sjelfva verket icke giftiga, hvilket redan WOEHLER och FRERICHS påvisade om salterna (Ann. Ch. Pharm. 65, 342) och HERMES om den fria syran (Journ. pr. Ch. 1866, 468).

Såväl VOELCKEL som senast HERMES har påvisat omöjligheten att erhålla en ren syra genom destillation af en rhodanförening med en mer eller mindre utspädd syra. Destillatet är alltid förorenadt af svafvelväte, kolsvafla och cyanväte. Äfven är utbytet ytterst ringa.

HERMES framställde derför en vattenlösning af rhodanväte genom att decomponera rhodankvicksilfver uppslammadt i vatten med svafvelväte samt borttagande af öfverskottet af svafvelväte genom digestion med kvicksilfversaltet. På så sätt kunde han erhålla en ända till 12,7 procentig lösning af denna syra. Rhodankvicksilfver är emellertid ett preparat som är vanskligt att erhålla fullt rent eller fritt från andra salter, då det som bekant ytterst lätt ingår dubbelföreningar. Lösningar af kvicksilfverklorid och rhodankalium ge i regeln

ingen fällning eller utkristallisation af rhodankvicksilfver, utan dervid bildas dubbelsalter, ur hvilka rhodankvicksilfret i ren form icke kan erhållas. Använder man såsom HERMES gjort kvicksilfvernitrat, så erhålles en större mängd fällning af rhodankvicksilfver, men äfven detta preparat är icke rent utan betydligt nitrathaltigt. En lösning af rhodanvätesyra låter sig derför svårligen erhålla fullt ren äfven enligt Hermes metod.

Vida bättre och fördelaktigast är då att medelst barythydrat transformera rhodanammonium i rhodanbarium och jemt decomponera detta med svafvelsyra.

En fullkomligt ren vattenlösning af rhodanvätesyra kan äfven erhållas genom destillation i vacuum. Om i en lösning af rhodanammonium rhodanvätet frigöres jemt med saltsyra, hvarvid jag dock använde något öfverskott af rhodanammonium, så kan denna lösning destilleras i vacuum utan sönderdelning, ifall halten af rhodanväte deri icke öfverskrider 10 vol. pct. Denna destillation kan dock icke utföras på det för destillationer i vacuum vanliga sättet: sc. genom att uppvärma destillationskolfven i vattenbad eller luftbad samt tillika sörja för att temperaturen blir så jemt fördelad som möjligt. Större eller mindre delar af innehållet slungas dervid förr eller senare öfver i förlaget, äfven om destillationen sker med den största försigtighet. Man måste derföre inrätta destillationen så, att endast de öfre vätskelagren uppvärmas. Öfver den metod som jag dervid användt skall jag på annat ställe lemna meddelande. Här vill jag endast nämna, att om man har i sin magt att så utföra destillationen, så kan denna ske i vacuum, äfven om vätskan innehåller salter upplösta eller om den innehåller fällningar, dessas mängd må vara aldrig så stor, så att denna operation kan utföras, äfven när den vid vanligt tryck på grund af inträdande stötningar är omöjlig.

Som nämdt kan en lösning af rhodanvätesyra osönderdeladt destilleras i vacuum, ifall halten af rhodanväte icke öfverstiger 10 vol. pct. Har lösningen denna styrka eller en ännu högre, så sönderdelas rhodanvätet långsamt redan vid vanlig temperatur, hvarvid så småningom persulfocyansyra utkristalliserar, och följaktligen lösningen innehåller cyanväte. Denna persulfocyansyrebildning påskyndas väl något vid destillationen, men är dock i det hela relativt ringa. Man kan

derföre destillera en ända till 20 procentig lösning och väl ännu något högre i vacuum utan betydligare sönderdelning. Vill man emellertid ha en fullkomligt ren syra, så bör vätskan som skall destilleras icke innehålla öfver 10 vol. pct rhodanväte.

En lösning af rhodanväte i vatten är hållbarare ju mera utspädd lösningen är. En 5 procentig lösning synes kunna hålla sig obegränsadt länge, men redan vid en halt af 10 pct inträder så småningom bildning af cyanväte och persulfocyansyra. Uppgår halten till 20 pct eller deröfver, så inträder sönderdelning så fort syran tages ur köldblandningen. Med så hög halt har syran en särdeles stickande lukt, utvecklar hvit rök, när en glasstaf med ammoniak sättes till mynningen af förvaringskärlet. Vid lindrig uppvärmning utkristallisera massor af persulfocyansyra. Det ringaste spår till inträdd sönderdelning resp. polymerisation hos den vattenhaltiga rhodanvätesyran kan lätt påvisas medelst utspädd jodlösning. Den rena syran afficieras nemligen alls icke af jodlösningen vid vanlig temperatur äfven efter en längre tid, under det att den ringaste förändring hos syran ger sig tillkänna genom den amorfa gula fällning som jodlösning förr eller senare dermed åstadkommer.

Bildar rhodanväte med vatten något hydrat eller ej? Vid destillationen i vacuum af en lösning af rhodanväte i vatten inträffar det förhållande, att halten af syra i destillatet aftar i mån af destillationens fortgång. Det först öfvergångna är sålunda rikast på rhodanväte, det sista innehåller minst deraf. I sammanhang härmed står, att kokpunkten är lägst i början af destillationen och lägre ju rikare innehållet i destillationskolfven är på rhodanväte.

En 10 vol. procentig syra erhållen genom att till 75 gr. rhodanammonium sätta 105 gr. 29,3 procentig saltsyra, hvarvid alltsammans utspädes till 500 cc. destillerades i vacuum. tills ungefär hälften var öfvergånget. Det öfvergångna innehöll 13 vol. procent rhodanväte. Återstoden i retorten innehöll 6,6 vol. pct deraf. Användes samma mängd rhodanammonium och saltsyra, men utspädningen endast sker till 375 cc., så innehöll det först öfvergångna 22,6 vol. pct rhodanväte. Kokpunkten är i förra fallet i början 25° och stiger mot slutet till omkring 40°. Rhodanvätesyran är i och för sig mycket flygtig, som jag sedermera skall visa, så att

dess kokpunkt i vacuum antagligen icke ligger betydligt öfver 0°.

Det följer nu af experimenterna, att den förening som möjligen förefinnes mellan vattnet och rhodanvätet upphäfves i vacuum långt innan vattnets kokpunkt är nådd, och då rhodanvätet är flygtigare än vattnet, öfvergår detta så snart dissociation inträder i större proportioner än vattnet. Föreningen mellan vatten och rhodanväte är sålunda mycket svag och dissocieras i vacuum redan vid vanlig temperatur. Det är sålunda omöjligt att genom nämde operation afgöra, huruvida vatten och rhodanväte ingå föreningar med hvarandra i bestämda proportioner eller ej.

I sin ofvannämda uppsats anför VOGEL, att vid destillation af en vattenhaltig rhodanvätesyra det först öfvergångna innehåller mer vatten och mindre syra än det sist öfvergående. Att döma af förhållandena i vacuum, skulle man nu tro att det borde vara tvärtom, och så förhåller det sig i sjelfva verket äfven.

En nära 10-procentig lösning af rhodanväte i vatten, erhållen genom destillation i vacuum, underkastades destillation vid vanligt tryck. Vätskan kom i kokning vid 100° och kokpunkten steg så småningom till 103°. Före destillationen mättades

2 cc.	af lösningen med	10,5	cc. alkali
2 »	af 1 fraktionen	10,0	» »
2 »	af retortåterstoden efter 1 fraktionen med	8,9	» »
2 »	af 2 fraktionen med	6,9	» »
2 »	af retortåterstoden efter 2 fraktionen med	6,5	» »
2 »	af 3 fraktionen med	5,1	» »
2 »	af återstoden efter 3 fraktionen med	4,8	» »

Destillatet innehåller sålunda städse mer rhodanväte än retortåterstoden, äfvensom det aftar i destillatet i mån af destillationens fortgång. Detta behöfver dock ej betingas af samma orsak som vid destillation i vacuum, utan kan äfven bero på, att halten af fritt rhodanväte i destillationskolfven hastigt aftar, då en del öfvergår i koloxysulfid och ammoniak, en del öfvergår i persulfocyansyra. Vätskan färgades nemligen i retorten genast gul vid inträdande destillation, och innan hälften var öfvergånget hade en ymnig gul fällning inträdt, äfvensom samtidigt en hel del koloxysulfid hade bildats och följaktligen en motsvarande mängd rhodanvätesyra blifvit neutraliserad med ammoniak.

Af destillationsförsöken i vacuum framgår, att det icke dermedelst låter sig bestämma huruvida rhodanväte och vatten ingå några föreningar enligt bestämda molekularförhållanden, alldenstund sådana föreningar, om de existera äro så obeständiga, att dissociation inträder långt innan den temperatur är nådd, vid hvilken den af komponenterna, som har den högsta kokpunkten öfvergår i gasform. Såsom af efterföljande försök framgår, kan man emellertid per analogiam sluta till, att föreningar emellan vatten och rhodanväte enligt bestämda molekularförhållanden sannolikt existera. Å andra sidan framgår af försöken, att ifall rhodanvätets beständighet det tilläte, skulle man genom fraktionerad destillation i vacuum komma till det vattenfria rhodanvätet.

3. Det vattenfria rhodanvätets framställning och egenskaper.

Sina försök öfver framställningen af vattenfritt rhodanväte beskrifver Wöhler på följande sätt (Gilb. Ann. 1821, 272). »Ich brachte kleine bei 80° R getrocknete Kugeln von Schwefelcyanqvecksilber (erhållet af rhodankalium och kvicksilfveroxidulnitrat) in Hydrothiongas, das über Qvecksilber gesperrt war. So oft man den Versuch wiederholt, zeigen sich stets folgende Erscheinungen: Die Kugeln werden sogleich gelb und gleich darauf schwartz, das Qvecksilber fängt an zu steigen und an der Wand läuft eine wasserhelle Flüssigkeit in ätherartigen Streifen herunter, die aber sehr bald gelb wird und dann zu einer pommeranzen-gelben Materie erstarrt. Dreht man nun die Rohre herum, so ist alle Hydrothionsäure verschwunden, man bemerkt aber einen starken Geruch nach Blausäure. Man erhält genau dieselben Erscheinungen, wenn man Schwefelcyanqvecksilber in Hydro-Chlorgas bringt. Die Einwirkung ist noch viel rascher, allein die entstehende Flüssigkeit wird durch Calomel verunreinigt, der mit in die Höhe gerissen wird».

Liebig ledde saltsyregas öfver smält rhodankalium. »Die sich abscheidende Schwefelblausäure wird, noch ehe sie in die Vorlage gelangt, zum grössten Theil zersetzt. Der Hals der Retorte überzieht sich mit einer dicken Masse, welche dunkelroth, rothgelb und stellenweise hochgelb gefärbt ist; es entweicht hierbei kein permanentes Gas, sondern alle übrigen auftre-

tenden flüchtigen Producte sind in kaltem Wasser verdichtbar; das Wasser wird durch Salzsäure sehr sauer, es schlägt sich Schwefelkohlenstoff in klaren Tropfen nieder; man bemerkt einen sehr starken Geruch nach Blausäure».

Ändtligen har HERMES (Journ. pr Chem. 1866, 465) äfven anställt försök i liknande rigtning: Das Schwefelcyanqvecksilber erwärmte sich beim Herüberleiten des Schwefelwasserstoffgas merklich, und nach kurzer Zeit sammelte sich in der Vorlage eine in ätherartigen Tropfen herunterlaufende farblose Flüssigkeit, die sich sehr bald gelblich färbte. Die Flüssigkeit erstarrte zu einer krystallinischan Masse, welche schon durch die Wärme der Hand wieder flüssig wurde». Vid försök i större skala inträdde häftiga explosioner.

Som jag förut nämt innehåller rhodankvicksilfver äfven nitrater, som envist vidhänga preparatet, när det som hans var framställt af salpetersyrad kvicksilfveroxid. Det är derför utan tvifvel dessa som förorsakat explosionerna, alldenstund sådana alls icke framkomma med rhodankvicksilfver framställdt enligt andra metoder.

Det framgår tillräckligt af hvad som är anfördt, att rhodanväte i vattenfri form är en utomordentligt obeständig kropp. De försök jag anställt i samma rigtning hafva derföre mera föranledts af att få reda på de omsättningsprodukter, i hvilka det vattenfria rhodanvätet öfvergår, än hoppet om att verkligen erhålla detsamma.

Första försöket. Fullkomligt torr saltsyregas leddes öfver torrt rhodankalium såväl vid vanlig temperatur som vid 100°. Rhodankaliet torkades först länge i vacuum under ofta upprepad pulverisation, derefter i samma retort i hvilken inverkan skulle ske ytterligare i vacuum vid 100°. I förra fallet inträdde ingen inverkan alls. Äfven vid 100° är gasens inverkan knappast märkbar. Endast att det blir på ytan något gult samt lemnade såsom återstod en ytterst ringa mängd af en gul amorf kropp, sedan saltet efter försöket blifvit löst i vatten. Klorväte inverkar sålunda på rhodankalium först vid en relativt mycket hög temperatur.

Andra försöket. Jag sammanref väl kvicksilfverklorid (1 mol.) och rhodankalium (2 mol.). Att reaktion härvid inträder kan man lätt märka på värmeutvecklingen. Blandningen fick fullkomligt torka vid 100°, hvarefter den utsattes för inverkan dels af svafvelväte, dels af klorväte vid vanlig

temperatur, men ej heller här skedde någon inverkan. Vid något öfver 100° visade sig deremot en sådan inträda. Små oljedroppar visade sig i retorthalsen, hvilka dock snart öfvergingo i en mörkgul amorf massa. Innehållet i retorten färgades mörkt vid inverkan af svafvelväte, gult med klorvätegas. Inverkan upphör dock snart. En ringa mängd af ett färglöst destillat erhölls, som hade en ytterst stickande lukt af rhodanväte, men som dock i hufvudsak bestod af kolsvafla och efterlemnade vid afdunstning på ett urglas en gul amorf massa.

Är den ofvannämnda blandningen af rhodankalium och kvicksilfverklorid icke fullt torr och apparaten inrättas så, att saltsyregasen måste gå igenom massan, så inträder mycket liflig inverkan under stark värmeutveckling och massans gulfärgning. En gas utvecklas som i hufvudsak åtminstone består af kolsvafla och cyanväte. Inverkan blir sålunda i detta fall densamma som LIEBIG och WÖHLER iakttagit.

Tredje försöket. Saltsyregas leddes genom smältande rhodanammonium. Den absorberades fullständigt. Massan blef gul och snart så tjockflytande, att gasen icke kunde genomtränga densamma. Destillatet som erhölls var ringa, bestod i hufvudsak af kolsvafla, men innehöll dessutom något cyanväte och rhodanväte.

Fjerde försöket. Svafvelväte och klorväte fick inverka på rhodankvicksilfver. Denna senare förening framställdes af fälld kvicksilfveroxid och ren rhodanvätesyra, erhållen genom destillation i vacuum. En mot syran svarande beräknad mängd kvicksilfveroxid sattes till syran, hvarpå omskakades. De första portionerna af den tillsatta kvicksilfveroxiden löstes hastigt af syran. Små skimrande flittror började derpå utkristallisera (surt salt?). Vid fortsatt tillsättning af kvicksilfveroxid löstes denna icke utan förvandlades i det af BERZELIUS omtalade gula basiska saltet. Vid längre tids digestion med lösningen blef färgen allt ljusare och ljusare. Lösningen afhälldes omsider och en ny mängd utspädd syra tillsattes, hvarmed ytterligare digererades en tid, eller så länge tills preparatet endast hade en mycket svag gul färg, hvarpå det tvättades och torkades i vacuum. Efter torkningen utgör det ett svagt i gult stötande kristalliniskt pulver, olösligt i vatten. Kvicksilfverrhodaniden uppträder sålunda lätt i den

basiska och sura formen, men kan endast med svårighet erhållas fullkomligt neutralt sammansatt.

På den så erhållna kvicksilfverrhodaniden inverkar svafvelväte mycket långsamt. Saltet färgas något gulaktigt och efter längre tids beröring med svafvelvätet mörkt. Den bortgående gasen har en af rhodanväte stickande lukt, utan att dock någonting condenseras. Klorväte deremot afficierar saltet under mycket stark upphettning. Detta öfvergår i en gulbrun massa och i förlaget lägger sig ett hvitt sublimat, hvarom i nästa försök närmare skall omtalas. Någon flytande förening bildas emellertid icke och sublimatets mängd är äfven mycket ringa.

Femte försöket. Rhodankalium pulveriserades och fuktades något med vatten samt inlades i ett rör, så att dock mer än hälften af rörets lumen var fritt, hvarpå en kraftig gasström af klorväte genomleddes. Massan uppvärmde sig härvid icke synnerligen starkt. På rörets öfre sida afsatte sig en glänsande hvit, såsom det tycktes något kristallinisk massa. Upphettas denna lindrigt i saltsyregasen, så synes den smälta och koka samt afsätter sig derpå med samma utseende i en kallare del af röret. Ett nödvändigt vilkor är, att saltsyregasen städse är närvarande i stort öfverskott. Jag har ofta upprepat detta försök och oftast med samma resultat, som nu är beskrifvet. Ibland blir dock sublimatet ytterst ringa eller ock här och der gult, hvilket synes bero derpå, att vattenhalten i rhodankaliet varit för stor, hvarigenom inverkan skett utan att klorväte varit närvarande i öfverskott. Understundom lyckas operationerna förträffligt, så att till och med en icke obetydlig del afsätter sig i det med röret förenade förlaget såsom en hvit, snölik massa. Denna består af klorväte och rhodanväte till lika molekuler och synes motsvara den förening af cyansyra med klorväte, som WÖHLER erhöll vid inverkan af klorväte på kaliumcyanat. I ena fallet är föreningen fast, i det andra flytande.

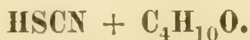
Sjette försöket. Det är förut anfördt, att ifall rhodanvätets beständighet det tilläte, skulle man erhålla detsamma i fri form enligt samma metod som cyanväte erhålles i vattenfri form ur dess vattenlösning, om man nemligen opererar i vacuum. Anställda försök ha äfven lärt att under vissa betingelser så verkligen är fallet.

En retort med uppåt vänd hals, innehållande rhodanvätelösningen, förenades med tvenne stora cylindrar med klorcalcium (hälften smält, hälften kornadt). Cylindrarna uppvärmdes under försöket till omkring 40°. Efter cylindrarne följde ett med is och klorcalcium afkylt förlag. Hela apparaten evacuerades väl under destillationen. När klorcalciet började visa sig fugtigt i öfversta delen af sista cylindern afbröts försöket. Detta inträdde mycket snart i följd af den stora mängd vatten som rhodanvätet medför. Då destillationen sålunda tidigt måste afbrytas och condensationen dertill är ofullständig, är utbytet naturligen ringa.

Innehållet i förlaget var svagt gulaktigt, färgade sig emellertid vid uttagandet ur köldblandningen ganska hastigt intensivt gult och förvandlade sig efter några få minuter under stark värmeutveckling i en fast gul och amorf kropp. För den som en gång sett cyansyrans öfvergång i cyamelid är likheten påfallande. Innan denna polymerisation inträdt är kroppen mycket flygtig, så att några droppar på ett urglas afdunsta lika hastigt som kolsvafla. Någon kolsvafla uppträder icke här i destillatet.

Af de anförda försöken är sålunda detta sista det enda, som verkligen leder till erhållandet af vattenfritt rhodanväte. Vanskligheterna dervid äro emellertid så stora, att det endast kunde erhållas i ringa mängd. Hufvudändamålet med försöken blef emellertid uppnådd: iakttagandet af den pregnanta likhet som äger rum mellan det vattenfria rhodanvätet och cyansyran och som särskildt yttrar sig i den intensitet, hvarmed båda polymeriseras.

4. Om en förening mellan rhodanväte och eter,



$HSCN + C_4H_{10}O$.

Vid omskakning af en vattenlösning af rhodanväte med eter öfvergår syran ytterst lätt till etern. Orsaken härtill ligger såsom jag funnit deri, att rhodanväte och eter ingå en förening med hvarandra enligt fasta molekularförhållanden, nemligen de här ofvan angifna: 1 m. rhodanväte på 1 m. eter.

Extraheras en conc. lösning af rhodankalium eller rhodanammonium, försatt med en tillräcklig mängd saltsyra eller

svafvelsyra, med eter, så öfvergår i sjelfva verket nästan allt rhodanvätet till etern. Följande exempel må anföras härpå.

100 gr. rhodanammonium löstes i sin lika vigt vatten. Den för frigörandet af all rhodanvätesyran beräknade mängden svafvelsyra löstes i sin dubbla vigt vatten. De kalla lösningarne blandades och extraherades derpå tvenne gånger med 500 cc. eter, hälften hvarje gång. I vattenlösningen efter extraktionen bestämdes halten af rhodanväte. Det befans att 5 pct af den ursprungliga mängden ännu var kvar och hade sålunda undgått extraktionen. Redan vid första extraktionen öfvergick 90 pct af rhodanvätet till etern.

Vid extraktionen med eter förtjenar följande fenomen att omnämnas.

Frigöres rhodanvätesyran med vanlig engelsk svafvelsyra och opereras så, att lösningen är concentrerad och kall (saltet löst i omkring sin lika vigt vatten, syran i sin dubbla vigt deraf), så färgas lösningen intensivt röd. Extraheras omedelbart derpå med eter, så färgas denna likaledes mörkt rosenröd, men vattenlösningen blir alldeles klar. Färgämnet öfvergår sålunda ytterst lätt till etern. Destilleras derpå den röda eterlösningen, så inträder vid en viss concentration en plötslig färgförändring från rödt till ljust gult.

Etern blir äfven färgad rosenröd vid användandet af ren conc. svafvelsyra, likaledes utspädd med sin dubbla vigt vatten. Färgen är dock här något mindre stark. Äfven när rhodanvätet frigöres med ren saltsyra (köpt) inträdde färgning, fast svagare. Blott en gång har jag bekommit en saltsyra, som icke gaf något färgadt rhodanväteextrakt.

Saltsyra, framställd af koksalt och svafvelsyra, och den erhållna gasen renad genom att passera en lösning af jernvitriol, visade sig gifva ett fullkomligt vattenklart rhodanväteextrakt.

Ett nödvändigt vilkor är, att lösningen som skall extraheras är concentrerad. Ju mera utspädd den är, ju otydligare är reaktionen.

Då det är bekant, att nitriter färga en conc. lösning af rhodankalium röd, så synes fenomenet bero på en halt af dylika i de använda syrorna.

Den rena conc. svafvelsyran är sålunda icke fullständigt fri från nitros. Denna omständighet förtjenar att aktgifvas på vid jodstärkelsereaktioner. Jag har sålunda funnit att

klorzink-jodkalium-stärkelselösning, surgjord med ofvannämnda rena saltsyra äfven efter 14 dagars förlopp var fullständigt vattenklar, under det att under samma förhållanden men vid användning af ren svafvelsyra redan efter några timmar lösningen är svagt blå, och efter ett dygn till och med en blå fällning har visat sig.

Underkastas blandningen af eter- och rhodanväte destillation, så börjar vätskan att koka vid eterns kokpunkt. Så småningom stiger temperaturen tills den uppnått omkring 63°, der den förblir nästan konstant under den fortsatta destillationen. Temperaturen hos den bortgående ångan höjer sig knappast öfver det nämda gradtalet, deremot fortfar den i vätskan sjelf att stiga ända tills mot slutet den uppnår 79°. Destillatet är i början fritt från rhodanväte. Så småningom börjar det dock att innehålla spår deraf och mängden ökas allt efter destillationens fortgång, så att det mot slutet öfvergående innehåller enligt utförda bestämningar från 4—5 pct rhodanvätesyra. Destillatet innehåller äfven cyanväte, hvilket dock uppträder der senare än rhodanvätet. Mot slutet är destillatets halt af cyanväte ganska betydlig: 2—3 pct. Utom de nu nämda kropparne innehåller destillatet äfven vatten, som understundom mot slutet af destillationen öfvergår i större mängd än den rhodanväte- och cyanvätehaltiga etern förmår hålla upplöst, och som derför afsätter sig som ett särskildt lager på bottnen af kärlet.

Öfvergå vi nu till vätskan i retorten, så undergår den i början ingen synbar förändring. Så småningom antar den dock en gul färg, eller om vätskan från början var röd, förändras denna färg plötsligt till gul. Vid en viss punkt börjar lösningen att grumlas af en gul kropp som utkristalliserar. Sker destillationen hastigt, så att badets temperatur är temligen hög, så ger sig denna punkt tillkänna genom en plötsligt inträdande liflig kokning, hvilket vid långsam destillation icke förmärkes.

Från den punkt, då den gula kroppen börjar utkristallisera visar sig vätskan i retorten ha konstant sammansättning ända till destillationens slut, liksom de bortgående ångorna visa en temligen konstant temperatur af omkring 63°. Den tillökning i halten af rhodanväte som skulle inträda, derigenom att mera eter än rhodanväte öfvergår i destillatet, täckes sålunda jemnt, derigenom att en motsvarande mängd

syra öfvergår i den fasta gula kroppen, hvarvid tillika cyanväte bildas.

Flera rhodanvätebestämningar utvisade, att vätskan i retorten från den punkt, då den fasta kroppen började afsöndra sig, innehöll 35—36 pct rhodanväte, hvilken halt icke steg, så länge någon vätska var kvar i retorten. Halten af cyanväte i retortinnehållet visade sig vara mycket ringa, högst ett par tiondedels procent. Halten af eter utgjorde 58—59 pct, af vatten 7 pct.

Den konstanta sammansättningen hos vätskan i retorten, i förening med den nära konstanta kokpunkten lät förmoda, att här föreligger en kemisk förening. Denna låter sig emellertid icke på sätt anfördt är framställas i rent tillstånd. Molekularförhållandet är: 1 m. rhodanväte + 1,4 m. eter + 0,6 m. vatten; vol. vigt = 0,9201.

Det visade sig emellertid, att den erhållna vätskan kan med försigtighet destilleras i vacuum, utan att någon fast kropp afsätter sig. Blandningen af eter och rhodanväte underkastades först destillation vid vanlig temperatur, tills den gula kroppen började afsätta sig. Vätskan i retorten lemnades derefter att kallna samt underkastades derpå en destillation i godt vacuum. hvarvid är nödigt att iakttaga att badets temperatur icke öfverstiger 50°. Man destillerar tills temperaturen har nått 34°, hvarefter förlag vexlas. Temperaturen håller sig sedan konstant vid 34°. Allt sammans öfvergår med undantag af en ytterst ringa mängd af den fasta, gula kroppen som varit löst i vätskan.

Iakttages icke den försigtigheten att badets temperatur är så låg som möjligt, så inträder plötsligt bildning af den fasta gula kroppen, hvilken bildning är åtföljd af värmeutveckling, som åter har till följd en våldsam kokning, hvarigenom en stor del af innehållet slungas ut i förlaget. Med försigtighet kan dock som nämdt är destillationen ske utan ringaste sönderdelning.

Den öfvergångna vätskan var fullkomligt vattenklar, hade en vol. vigt af 0,9276 och innehöll 42 pct rhodanväte. Dessutom innehöll destillatet 6,5 pct vatten och 51,5 pct eter. Genom smält klorcalcium kan vattnet borttagas åtminstone till aldra största delen och sålunda en produkt erhållas, som består af blott rhodanväte och eter.

Försök gjordes att destillera den vattenfria blandningen i vacuum. Det visade sig dervid att kokning icke inträdde vid 34°, utan temperaturen steg i retorten ända till omkring 50° innan kokning inträdde, en temperatur vid hvilken den fasta, gula kroppen börjar bildas i mängd, hvarigenom naturligtvis det åsyftade ändamålet med destillationen var förfeladt, och jag måste nöja mig med den sökta kroppen sådan den erhölls genom torkning af det vattenhaltiga destillatet med klorcalcium.

Så framstäldt innehöll det 43—44 pct rhodanväte, alltså 1 m. rhodanväte på 1 m. eter. Halten af rhodanväte i detta och liknande fall bestämdes genom att i slutet kärl försigtigt digerera en vägd mängd med stark ammoniak samt derpå afdunsta allt sammans på vattenbad till torrhet. Det återstående rhodanammoniet bestämdes antingen genom vägning eller titrering.

Då det visade sig att kroppen en gång försatt i gasform kunde upphettas till 100° utan den ringaste sönderdelning, kunde följaktligen en vol. vigtbestämning i vacuum ske, ett försök som visade att i gasform intager kroppen 4 vol. och är sålunda dissocierad i fri syra och eter.

Vol. vigten bestämd i Hofmanns apparat befans utgöra 30,1 vid 100°. Under antagande af fullständig dissociation af föreningen beräknas den till 33.

Den framställda produkten utgör en vattenklar, ganska starkt ljusbrytande, lättrörlig olja, olöslig i vatten som ryker i luften och har en särdeles stickande och till hosta retande lukt. Snart inträder äfven vid låg temperatur sönderdelning, som i början ger sig tillkänna derigenom att vätskan antar en gul färg. Så småningom afsätter sig derur en gul kropp och vätskan innehåller cyanväte.

Af ofvanstående experimenter framgår, att ifall en blandning af eter och rhodanväte destilleras i vacuum, så öfvergår väsendtligen blott eter tills temperaturen nått 34°, då vätskan i retorten innehåller precis 1 m. rhodanväte på 1 m. eter. Från denna punkt öfvergå dessa kroppar i alldeles samma förhållande som de finnas i retorten.

Rhodanväte och eter ingå sålunda en förening med hvarandra till lika antal molekuler, som fullständigt vattenfri dissocieras i sina beståndsdelar vid omkring 40°. Finnes åter något vatten närvarande sker denna dissociation redan

vid 34°. Vid vanligt tryck åter är dissociationstemperaturen betydligt högre och identisk med rhodanvätets sönderdelningstemperatur, omkring 63°.

Rhodanväte och etylsulfid.

En lösning af rhodanammonium i vatten försattes med en tillräcklig mängd svafvelsyra för frigörandet af allt rhodanvätet. Proportionerna voro desamme som förut äro angifna. Lösningen omskakades med ren etylsulfid. En betydlig mängd rhodanväte öfvergick till sulfiden. Denna var emellertid fortfarande fullkomligt färglös, under det att vattenlösningen var röd. Etylsulfiden i motsats mot etern extraherar sålunda icke det bildade röda färgämnet men väl rhodanvätet.

Blandningen af etylsulfid och rhodanväte underkastades derpå en fraktionerad destillation i vacuum. Det var mig emellertid icke möjligt att derigenom åstadkomma några konstanta molekularförhållanden. Rhodanvätets halt kunde ej höjas till mer än omkring 14 pct. Den förening som antagligen finnes emellan rhodanvätet och etylsulfiden dissocieras i vacuum vid en temperatur, som ligger obetydligt högre än etylsulfidens egen, hvartill kommer, att så snart sulfidens halt af rhodanväte blir någorlunda betydligt, så inträder lätt sönderdelning af rhodanvätet. Blandningen blir gul och afsätter persulfocyansyra i kristaller.

5. Om föreningar mellan rhodanväte och alkoholer.

I det föregående är visadt att rhodanväte ingår en förening med eter, hvars beständighet är jemförelsevis ganska stor, då den sönderfaller i sina komponenter först flera tiotal af grader öfver eterns kokpunkt. Här skall jag söka visa, att liknande föreningar äfven existera mellan rhodanväte och alkoholer.

Svårigheterna att tydligt påvisa dessa äro emellertid större än förhållandet var med föreningen med eter. Orsaken härtill är dels den, att dessa föreningar lätt dissocieras i sina beståndsdelar, dels att rhodanvätesyran äfven inverkar på alkoholen på helt annat sätt än här närmast är fråga om.

Förhållandet visar sig tydligast med metylalkohol. Jag skall derföre börja härmed.

Metylalkohol och rhodanväte.



$$HSCN + 2\,CH_4O.$$

För att erhålla en vattenfri lösning af rhodanväte i metylalkohol har jag förfarit på följande sätt: 100 gr. rent rhodanammonium, fint pulveriseradt och i vacuum fullständigt torkadt, uppslammades i 400 cc. ren metylalkohol. En för sönderdelningen af den gifna mängden rhodanammonium tillräcklig mängd torr klorvätegas inleddes häri under ofta upprepad omskakning och lindrig afkylning. Efter operationens slut erhålles en färglös vätska, hvari det bildade och fint fördelade klorkaliet är uppslammadt. Vätskan har rhodanvätesyrans stickande lukt.

Försöker man att vid vanligt tryck destillera denna lösning af rhodanväte i metylalkohol, sedan klorkaliet blifvit frånfiltreradt, så iakttager man, att vätskan börjar koka vid metylalkoholens kokpunkt. En blandning af metylalkohol och rhodanväte öfvergår i destillatet. Kokpunkten stiger så småningom ända till omkring 100°. Emellertid innehåller retorten långt innan denna punkt är nådd äfven andra produkter än de ursprungliga ingredienserna. Både destillat och retortinnehåll få en obehaglig lukt. När temperaturen har nått 100°, stelnar retortåterstoden delvis vid kallnandet, hvarvid utom klorkalium äfven en organisk produkt utkristalliserar. Operationen är emellertid nästan omöjlig att utföra till slutet på grund af den våldsamma stötningen.

Helt annorlunda ter sig förhållandet vid destillation i vacuum, hvarvid naturligen förlaget får städse hållas vid minst — 18° temperatur.

Den förut omnämda rhodanvätehaltiga metylalkoholen, hvari klorkalium var uppslammadt, destillerades sålunda i vacuum direkt ända till torrhet utan att klorkaliet först behöfde afskiljas. Detta kan naturligen icke ske med mindre man iakttager noga, att endast de öfversta vätskelagren i destillationskolfven uppvärmas [1]). Efter destillationens slut

[1]) Samma förfaringssätt, nemligen uteslutande uppvärmning ofvanifrån, användes vid destillation af det vattenhaltiga rhodanvätet såväl som vid följande försök, men ej vid destillationsförsöken med föreningen mellan rhodanväte och eter.

återstod i retorten endast klorammonium tillika med en ytterst ringa mängd af en i vatten olöslig kropp, häntydande på att vid destillationen inträdt en ringa sönderdelning.

Det vattenklara destillatet innehöll allt rhodanvätet och metylalkoholen. Detta destillat underkastades nu en fraktionerad destillation i godt vacuum. Kokning inträdde vid 10° och kokpunkten steg så småningom till 22°. När omkring $^1/_4$ återstod i retorten afbröts destillationen. Retortåterstoden innehöll då 42 pct rhodanväte.

En större portion af dylik 42-procentig lösning af rhodanväte i metylalkohol underkastades en fraktionerad destillation i vacuum, hvarvid halten af rhodanväte kunde uppbringas till 47 pct. När denna punkt var nådd kunde en ytterligare stegring af halten deraf icke åstadkommas, utan de olika fraktionerna innehöllo samma mängd rhodanväte med en variation af endast några tiondedels procent.

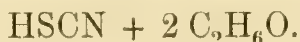
När nämda proportioner mellan rhodanvätet och metylalkoholen äga rum, har destillatet sålunda städse samma sammansättning som retortinnehållet. En 47-procentig lösning af rhodanväte i metylalkohol motsvarar i det närmaste 1 m. rhodanväte på 2 m. metylalkohol. En sådan blandning skulle nemligen innehålla 47,9 pct rhodanväte.

Af försöken framgår tydligt, att förhållandet här är detsamma som vid destillationen af en blandning af rhodanväte och eter. I början öfvergår väsendtligen endast metylalkohol. Så småningom stiger halten af rhodanvätesyra i destillatet, tills de för formeln $HSCN + 2\,CH_3OH$ beräknade proportionerna äro uppnådda, då destillatet har samma sammansättning som retortinnehållet. Svårigheten att erhålla den sökta föreningen i rent tillstånd är här emellertid större, då differensen mellan metylalkoholens kokpunkt och dissociationspunkten för föreningen icke är stort mera än 10°, då den deremot för eterföreningen är öfver 30°.

Den erhållna föreningen mellan metylalkohol och rhodanväte är en färglös vätska, som afger en tjock rök, om en i ammoniak doppad glasstaf hålles till mynningen af förvaringskärlet. Den har en ytterst stickande lukt och förorsakar stark sveda på huden och drar genast blåser derpå. Dess beständighet vid vanlig och ännu mer vid högre temperatur är ringa. Upphettas den vid vanligt tryck, sa kommer den i kokning vid omkring 60°, stöter häftigt och blir något gul-

aktig och tjockflytande. Termometern steg till 100°, hvarefter försöket afbröts. Den återstående tjockflytande massan stelnade vid kallnandet delvis.

Etylalkohol och rhodanväte.



$HSCN + 2\,C_2H_6O$.

En lösning af rhodanväte i etylalkohol bereddes på samma sätt som en liknande med metylalkohol. Underkastas denna lösning destillation vid vanligt tryck, så tillkännager den dervid uppkommande ytterst obehagliga lukten, att alkoholen och syran dervid omsätta sig med hvarandra till nya produkter. I vacuum kan deremot en sådan destillation ske utan reaktion mellan de båda komponenterna.

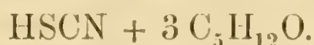
Vid första destillationen af blandningen af rhodanväte, etylalkohol, klorkalium och något rhodankalium, hvari halten af fritt rhodanväte utgjorde 11 pct, stod termometern temligen konstant vid 42° hela tiden. Destillatet var fullkomligt vattenklart och hade endast en svag lukt af rhodanväte. Det nästan torra retortinnehållet löstes fullständigt i vatten. Intet spår af sönderdelning hade sålunda vid destillationen ägt rum. Vid omdestillation af det erhållna destillatet var kokpunkten till att börja med 25°. Den högre kokpunkten vid första destillationen hade sålunda förorsakats af klor- och rhodankaliet. Temperaturen steg så småningom till 33°, hvarvid omkring två tredjedelar öfvergick. Den återstående tredjedelen destillerades nu likaledes i vacuum i trenne fraktioner. Den sista fraktionen hade en halt af 29,6 pct rhodanväte. För en blandning af 2 m. alkohol + 1 m. rhodanväte beräknas 30,1 pct af den senare föreningen.

Det äger här ett alldeles liknande förhållande rum, som med en blandning af metylalkohol och rhodanvätesyra. Vid destillation i vacuum öfvergår väsendtligen alkohol tills proportionerna 1 m. rhodanväte på 2 m. alkohol är nådd. Vid fortsatt destillation inträder i detta förhållande ingen ändring. Dissociationspunkten för denna förening ligger i vacuum vid omkring 33°.

Föreningen liknar till yttre egenskaper fullkomligt den förut beskrifna, endast att den är mycket obeständigare. Så fort destillatet kommer ur köldblandningen till vanlig tem-

peratur färgas det snart gult och afsätter så småningom en gul kristallinisk substans.

Amylalkohol och rhodanväte.



$$HSCN + 3\,C_5H_{12}O.$$

Amylalkohol extraherar lätt liksom eter rhodanvätet ur dess vattenlösning.

Rhodankalium löstes i sin lika vigt vatten. Rhodanvätesyran frigjordes derur med en beräknad mängd svafvelsyra, förut utspädd med sin lika vigt vatten. Den erhållna vätskan omskakades med sin lika volum amylalkohol. Oljelagret ökades härvid betydligt.

Vid första extraktionen öfvergick omkring 80 pct rhodanväte till amylalkoholen. Det nämda röda färgämnet öfvergår likaledes deri.

Vid destillation vid vanligt tryck börjar vätskan koka vid 100°. Kokpunkten stiger så småningom till amylalkoholens egen och deröfver. Vätskan i retorten börjar blifva allt mer tjockflytande. Lukten af amylsulfider börjar framträda. När kokpunkten stigit betydligt öfver amylalkoholens egen afbröts destillationen. Återstoden i retorten kristalliserade delvis vid kallnandet. Destillatet bestod naturligtvis i hufvudsak af amylalkohol men reagerade äfven starkt för rhodanväte.

I vacuum låter deremot den rhodanvätehaltiga amylalkoholen sig oförändradt destillera. Rhodanvätehalten i destillatet stiger så småningom tills det uppgår till 17 pct. Högre låter den sig icke bringa. Från den punkten visar sig ingen förändring i retortinnehållets och destillatets sammansättning. Detta motsvarar i det närmaste 1 m. rhodanväte på 3 m. amylalkohol, hvarför beräknas 18,2 pct rhodanväte. Den temperatur vid hvilken denna förening dissocieras i vacuum är omkring 54°.

Det må slutligen äfven anmärkas att det synes som om sulfhydrater äfven förenade sig med rhodanväte, åtminstone extraheras lätt rhodanvätet ur dess lösning i vatten af desamma. Några närmare undersökningar häröfver har jag emellertid ej anställt.

Sådana kroppar som kolsvafla, kloroform och kolväten extrahera ej rhodanvätet ur dess lösningar.

6. Öfver rhodanvätets kvantitativa bestämmande.

Rhodanvätets förhållande till silfversalt är alldeles liknande saltsyrans. Reaktionsförloppet ter sig på samma sätt. Ystningen af rhodansilfret inträder strax innan fällningen är fullständig och ändpunkten framträder med samma skärpa som med saltsyra. Man kan derföre på förhand antaga, att samma bestämningsmetoder som gälla för saltsyra äfven låta tillämpa sig på rhodanvätet. Anställda försök visa äfven att detta är fallet.

Saltsyrans titrering med silfversalt och neutralt kaliumkromat såsom indikator är för väl känd för att här närmare behöfva omordas. Som bekant måste lösningen som skall titreras helst vara alldeles neutral, men kan dock innehålla ett ringa öfverskott af alkalikarbonat (icke bikarbonat) utan att ändreaktionen deraf märkbart störes.

För att pröfva denna metod på rhodanföreningar omkristalliserades det i handeln i stora kristaller förekommande rhodanammoniet 2 gr. ur alkohol och torkades derefter i vacuum till konstant vigt. 11,184 gr. häraf löstes i vatten och lösningen utspäddes till 1 l. 20 cc. af denna lösning motsvarade sålunda 29,42 cc. $^1/_{10}$ normal lösning. Samma volum titrerades med $^1/_{10}$ silfverlösning. Åtgången häraf varierade emellan 29,5 och 29,6 cc. Såsom kontroll försattes 20 cc. af rhodanlösningen med 29,45 cc. silfverlösning, hvarpå filtrerades. Det visade sig tydlig grumling med såväl silfverlösning som rhodanlösning.

Jag framställde vidare sjelf rhodanammonium af kolsvafla och ammoniak, samt omkristalliserade det derpå först ur vatten och derpå ur alkohol, hvarpå det torkades i vacuum. 7,6 gr. löstes i vatten och lösningen utspäddes till 1 l. och utgjorde sålunda $^1/_{10}$ norm. lösning. Till 50 cc. häraf åtgick 50,1—50,2 cc. silfverlösning. Vid stor utspädning är emellertid silfverförbrukningen något större. 20 cc. af ofvan anförda $^1/_{10}$ norm. rhodanammoniumlösning utspädd till 1 l. förbrukade 20,9 cc. silfverlösning.

Vid titrering på rhodanväte enligt MOHR's metod erhåller man sålunda resultat som i noggrannhet temligen motsvara det som ernås vid saltsyrans bestämmande enligt samma metod.

VOLHARD har som bekant infört titrering af silfver med rhodanammonium, hvarigenom den fördelen vinnes, att denna metall kan bestämmas i sur lösning. Omvändt bör naturligtvis rhodanvätet kunna bestämmas med samma noggrannhet som silfret. Några egentligen direkta försök i denna rigtning har emellertid VOLHARD icke anställt, då han icke utgick från en vägd mängd rhodanammonium utan bestämde rhodantitren med silfverlösning af känd halt.

Omdömena om noggrannheten af VOLHARDS metod vexla. VOLHARD sjelf anger (Ann. Ch. Pharm. 190,49), att den »an Genauigkeit und Zuverlässigkeit keiner anderen Methode der Silberbestimmung nachsteht» och »das es selbst den Anforderungen, die man an Methoden für Atomgewichtbestimmungen stellt, genügen dürfte». MOHR anför (Handbuch d. Titrér-methoden) »Ich finde die Erscheinung des Endes nicht deutlich genug, und das für gleiche Mengen Silberlösung sehr ungleiche Mengen Rhodanlösung verbraucht werden je nach der Verdünnung und Säureüberschuss, so dass unter Umständen dobbelt so grosse Zahlen hervorgingen».

För att få en öfvertygelse om rigtigheten af det ena eller andra omdömet och tillika en jemförelse med MOHR's metod, har jag anställt några försök öfver rhodanvätets bestämning enligt densamma.

20 cc. af först bemälta rhodanammoniumlösning (= 29,42 cc. $^{1}/_{10}$ norm. lösning) försattes med resp, 10 och 30 cc. utspädd svafvelsyra, derefter med 32 cc. $^{1}/_{10}$ silfverlösning. Efter omskakning tillsattes 5 cc. af en mättad jernalunlösning, hvarpå återtitrerades med en 10 gr. förtunnad rhodanammoniumlösning, tills färgning inträdde. För att härvid få nyans af samma styrka begagnades ett standart prof för jemförelse. Ändreaktionen fann jag vara utomordentligt skarp, då 2—3 droppar af en $^{1}/_{75}$ norm. lösning tydligt framkallar densamma. Silfveråtgången varierade mellan 29,3 och 29,4 cc. Vid användningen af den $^{1}/_{10}$ norm. rhodanammoniumlösningen motsvarandes 25 cc. $^{1}/_{10}$ silfverlösning af 25,1 cc. $^{1}/_{10}$ rhodanlösning. Utspäddes 20 cc. rhodanlösning till 1 l. så utöfvade detta intet märkbart inflytande på slutresultatet.

Förhållandet mellan rhodan- och silfvermängderna är sålunda konstant, äfven om concentration och mängden af närvarande syra vexla. Variationen är icke större än $^1/_{100}$ cc. normallösning. De resultat som man enligt denna metod erhåller öfverensstämma med titreringen i neutral lösning eller differera åtminstone ej mer än 0,1—0,2 cc. $^1/_{10}$ n. derifrån.

Beträffande denna metod må vidare anmärkas, att för den som har dåligt färgsinne och särskildt är grönblind, såsom förhållandet är med författaren, är ändpunkten här mycket lätt att träffa, hvilket deremot icke är möjligt enligt Mohr's metod, icke ens efter en lång öfning. Jag har särdeles ofta varit i tillfälle att göra klorbestämningar vid verkställda vattenanalyser, men då alltid måst anlita andra person, oaktadt träget bemödande å egen sida att urskilja den röda nyansen i det gula.

På rhodanvätets oxidation i sur lösning medelst permanganat till svafvelsyra och cyanväte kan äfven rhodanvätets bestämmande grundas. Volhard har till och med föreslagit att fastställa permanganatets oxidationsvärde genom dess inverkan på en mycket utspädd lösning af rhodanammonium. »Die Resultaten der Titrestellung stimmen bei wiederholten Versuchen bis auf $^1/_{10}$ eines Cubikcentimeters überein».

Man behöfver icke här såsom vid oxidation af oxalsyra först uppvärma lösningen, utan den går hastigt redan vid vanlig temperatur och bäst i saltsur lösning. Ändpunkten är fullkomligt lika skarp som vid oxidationen af oxalsyra. Det skulle sålunda synas som om rhodanvätet läte sig särdeles skarpt bestämmas enligt denna metod. Anställda försök visa emellertid att detta icke utan correction låter sig göra. Man erhåller enligt denna metod rhodanvätets mängd för låg och lägre ju större utspädningen är.

Oxidationsvärdet hos permanganatet var faststäldt med fullkomligt ren oxalsyra. 1 gr. oxalsyra = 88,988 cc. chamæleon. 20 cc. $^1/_{10}$ normal rhodanlösning försatt med tillräcklig mängd saltsyra oxiderades med 65,6 cc. chamæleonlösning under det att 66,6 cc. var beräknadt. 20 cc. $^1/_{10}$ normal rhodanlösning utspäddes till omkring 1 l. Vid oxidationen åtgick nu endast 62,2 cc, chamæleon. I förra fallet erhölls rhodanvätets mängd $1^1/_2$ pct för låg, i senare fallet $6^1/_2$ pct för låg. Orsaken härtill vill jag lemna derhän. Det kan möjligen vara den, att en del kvarstannar såsom cyansulfin-

syra i lösningen eller någon annan oxidationsprodukt af cyanbisulfid, som är lägre än sulfonsyran. Det kan väl nemligen antagas, att svafvelsyra och cyanväte[1]) äro spaltningsprodukter af den egentliga oxidationsprodukten: Cyansulfonsyra.

Rhodanvätets bestämning med öfvermangansyradt kali i sur lösning låter sig sålunda ganska noggrannt bestämma ifall dess concentration icke är mindre än $^1/_{10}$ normal. I detta särskilda fall är resultatet $1^1/_2$ pct för lågt. Med ökad utspädning blir det ändå lägre. Omvändt bör resultatet vid ökad concentration närma sig det rigtiga på mindre än $1^1/_2$ pct. Försök häröfver har jag emellertid ej anställt.

För bestämmandet af rhodanväte är denna sista metod den mest användbara, da närvaro af klorider i rhodanföreningarne icke utöfva någon inverkan på resultatet.

---

[1]) Vid bestämmandet af cyanväte enligt Liebigs metod är enligt Volhard $^1/_{10}$ silfverlösning för concentrerad (Ann. Ch. Pharm. 190, 49). »Eine Silberlösung von dieser concentration erzeugt in der auch sehr stark verdünnten alkalischen Blausäurelösung einen Niederschlag, welcher in dichten Flocken lange in der Flüssigkeit herumschwimmt und namentlich gegen Ende der Titrirung wenn nur wenig unverbundenes Cyankalium vorhanden, sich nur langsam auflöst. Scharf übereinstimmende Resultate lassen sich mit einer Silberlösung von dieser concentration nicht erhalten».

Att det utfällda cyansilfret långsamt återlöses igen till det bekanta dubbelsaltet cyansilfver-cyankalium kan man visserligen ofta iakttaga vid cyanvätets titrering, men detta afhänger dock icke, såsom Volhard förmodar, af silfversaltets concentration ej heller af cyanvätets utan derpå att cyanvätet innehåller för litet alkali. Det är nemligen icke nog att cyanvätelösningen reagerar alkaliskt, då cyanvätet som bekant sjelf icke har någon sur reaktion alls. Enligt min erfarenhet bör icke blott tillräckligt alkali finnas att binda cyanvätet utan äfven deröfver ett mycket stort öfverskott. Är detta fallet så försvinner cyansilfverfällningen ögonblickligen vid omskakning ända till den punkt, den förblir konstant och detta oberoende af all concentration. Vill derföre fällningen icke nog hastigt försvinna, så afhjelpes detta genom att ytterligare tillsätta något kali. Under nämda förhållanden är denna titrering den elegantaste och skarpaste man kan tänka sig.

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 9. N:o 13.

Meddelanden från Stockholms Högskola N:o 15.

RECHERCHES ANATOMIQUES ET MORPHOLOGIQUES

SUR

DEUX MONOCOTYLÉDONES SUBMERGÉES

(HALOPHILA BAILLONII Asch. ET ELODEA DENSA Casp.).

PAR

TH. HOLM
DE COPENHAGUE.

AVEC 4 PLANCHES.

COMMUNIQUÉ A L'ACAD. ROY. DES SCIENCES DE SUÈDE LE 14 MAI 1884.

STOCKHOLM, 1885.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER

Ce m'est un devoir tout particulièrement agréable d'offrir ici l'expression publique de ma vive gratitude à mon guide bienveillant et éclairé dans ces études, M. le professeur, Dr. Eug. Warming, qui a bien voulu mettre à ma disposition ses considérables matériaux.

Halophila Baillonii Asch.

Le genre *Halophila* a été fondé par Du Petit Thouars. M. Ascherson en donne le »char. reform.» dans les *Plantæ phanerogamæ marinæ quas cl. Eduardus Beccari in Archipelago Indico annis 1866 et 1867, et in mari Rubro anno 1870 collegit, enumeratæ*[1]), où ce genre est compté parmi les *Najadaceæ* Endl., tribus *Halophilæ*, et où sont décrites deux espèces: le *Halophila ovalis* (R. Br.) Hook. fil. et le *H. Beccarii* Aschs. Ascherson dans *Die geographische Verbreitung der Seegräser*, p. 367, décrit encore quatre autres espèces: *H. stipulacea* (Forsk). Aschs., *H. Baillonii* Aschs. mscr., *H.* (?) *spinulosa* (R. Br.) Aschs. mscr. et *H.* (?) *Engelmanni* Aschs. mscr. C'est, comme on le voit, avec un certain doute que les deux dernières espèces ont été rangées sous le genre *Halophila*, et quant au *Halophila Baillonii*, il dit seulement: »Diese Art gleicht im Aussehen der vorigen (H. ovalis), von der sie sich indess durch die gezähnelten Laubblätter sofort unterscheidet. Sie scheint dem tropischen Atlantischen Ocean an der Amerikanischen Seite eigenthümlich. Ich sah sie von Martinique, Guadeloupe und St. Thomas, bisher indess nur mit weiblichen Blüthen.»

Nous ne trouvons une étude plus approfondie du genre en question que dans le travail, si remarquable par son exactitude, de M. Bayley Balfour: *On the genus Halophila*[2]), où deux espèces sont décrites: le *H. ovalis* (R. Br.) Hook. fil. et le *H. stipulacea* (Forsk.) Aschs.

Dans les *Genera Plantarum*[3]) Hooker et Bentham, il est vrai, décrivent le *Halophila*. Quant à l'espèce dont je parlerai

---

[1]) Estratto dal Nuovo Giornale Botanico Italiano, Vol. III, 1871, Firenze (p. 300).
[2]) *Transactions of the Botanical Society* of Edinburgh XIII, Session 1877—78.
[3]) London 1883, Vol. III, Pars II, pag. 455.

ici, ils disent[1]): *H. Baillonii* ASCHS., *H. Engelmanni* ASCH., species Americanæ, quoad genera omnino dubiæ remanent. On voit que le *Hal. Baillonii* leur est resté bien inconnu.

Les matériaux utilisés dans les recherches présentes ont été recueillis par le botaniste danois M. le baron d'EGGERS, qui donne les renseignements suivants sur cette espèce dans son œuvre intitulée *the Flora of St. Croix and the virgin islands* (*Smitsonian Institution, Bull. Nat. Mus. N:o 13, Washington 1879 pag. 98*):

»*H. Baillonii* ASCHS. Rhizome creeping, thin. Leaves oval, denticulate, whorled or opposite, 3''' long, 1½''' broad; monoecious, fl:♂:3 membranaceous white bracts; 1—3 stamens; filament ⅔''' long; anther cylindrical, yellowish, glabrous, 1-celled. Pollengrains filiform. Fl:♀ 3 persistent bracts, as in ♂; ovary sessile, ovate, ⅓''' long, loculate. Style bifid, 2½''' long; branches pointed, often of inequal length. Capsule oval, glabrous, 2''' long; seeds about 20, globose, hard, tesellate on the surface. Starch-grains triangular. Male flowers very rare compared to the number af female-ones. Fl: all the year round. Gregarious on the bottom of the see on coarse coral sand in a depht of from 2 to 4 fathoms, here and there. St. Thomas (harbour).»

Il l'a trouvé, au milieu du mois de juillet 1878, dans le port de St.-Thomas, à une profondeur de 10—12 pieds, à 50 aunes environ de terre, sur un fond de sable à gros grains parsemé de débris de coquillages.

---

[1]) »Halophila THOU. Gen. Nov. Madag. (Barkania, EHRENBERG et HEMPR. in Abhandl. Acad. Berlin 1832, p. 429).

Spathæ unisexuales, diphyllæ, bracteis a basi liberis, utriusque sexus 1-floræ. Flos ♂ pedicellatus. Perianthium 1-seriatum, 3-merum; segmenta subherbacea. Antheræ 3, subsessiles, oblongo-lineares, segmentis alternæ, extrorsum dehiscentes. Pistilli rudimentum 0. Flos ♀ intra spatham sessilis. Perianthii segmenta 3, minuta. Ovarium longe rostratum, 1-loculare; styli 3, simplices, longe filiformes, undique minute papillosi; ovula placentis 3 parietalibus vix prominulis 2-seriatim affixa. Fructus spatha inclusus, subglobosus, rostro ovarii exserto coronatus. Semina ∞, subglobosa, testa membranacea. Embryo crassus, apice excavatus, cotyledon intra depressionem prominens, spiraliter torta, plumulam vaginans.

Herbæ marinæ, submersæ, caulibus repentibus stoloniformibus ad nodos radicantibus foliatisque. Folia ad quemque nodum caulis v. ramuli intra squamam membranaceam v. hyalino-scariosam sessilem caulem amplectentem germina, petiolata, ovalia vel oblonga, pennivenia. Spathæ intra folia solitariæ, sessiles parvæ.

Species 2 v. 3 ad costas mar. Indicorum ab Africa tropica et mare Rubro usque ad Australiam et mare Pacificum australe submersæ.

Cette plante étant d'ailleurs, comme on le voit des citations, presque inconnue, je vais en donner une description assez détaillée qui montre, d'un côté, que dans tous les points essentiels elle s'accorde avec celle qu'a donnée M. BALFOUR de ses deux espèces, tandis que, de l'autre côté, elle modifie un peu la diagnose du genre (H. et B.). Enfin, la manière dont M. BALFOUR regarde la ramification, est peut-être tant soit peu fautive.

Du reste, l'exposition de mes recherches suit le même cours que le travail ci-dessus nommé de M. BALFOUR.

Cette plante, comme les autres espèces du *Halophila*, est radicante, les pousses horizontales prolongées et les pousses ascendantes courtes (fig. 1). Elleesttrèsfine; elle a la tige mince et les feuilles et les tiges presque diaphanes et souvent assez incrustées de chaux carbonique; de plus, on les trouve fréquemment couvertes de foraminifères, de coquilles vides, de tubes d'annélides, etc.

Comme le montre la fig. 1, cette plante est radicante près du nodus, d'où part une racine mince et non ramifiée immédiatement au-dessous des feuilles en forme d'écaille. La plus basse de ces dernières appuie une pousse à long entre-nœud et toujours rampante, tandis que la plus élevée appuie une courte pousse dressée portant deux feuilles caulinaires assez longuement pétiolées, qui appuient à leur tour une pousse végétative et une pousse florale, dont la dernière, qui porte une fleur mâle et une fleur femelle, se termine dans la fleur mâle. Les fleurs sont appuyées chacune par une bractée.

La fig. 2 nous montre une branche dont les fleurs sont avortées. L'axe végétatif seulement a été développé, portant à son tour une pousse florale et une pousse végétative.

La plante, monoïque, comme on le voit, est riche en fleurs; mais les fleurs mâles, à ce qu'il paraît, tombent de bonne heure, car on ne les trouve que tant que les fleurs femelles sont à un assez jeune état de développement, les fleurs femelles fécondées étant presque toujours seules.

Quant aux grandeurs, les entre-nœuds sont longs d'environ 5 cm., le limbe de $2\frac{1}{2}$ cm., et le pétiole de $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ cm. Enfin, les plus grands spécimens de mes matériaux avaient $7\frac{1}{2}$ cm. de longueur; mais, à coup sûr, ils ont été bien plus longs, car on voit clairement que, à cause de sa fragilité, la plante a été rompue dès la cueillette.

L'épaisseur des tiges est la plus grande dans les pousses à longs entre-nœuds, où elle est constamment de 1 mm., ou un peu au delà.

Comme les matériaux conservés dans de l'alcool étaient exclusivement des fragments de la plante complètement développée, et qu'il n'y avait point de jeunes états de développement, je ne pourrai rendre compte, dans ce qui va suivre, que de la morphologie et de l'anatomie générales de la plante, tandis que je laisserai absolument de côté son premier développement après la germination. La fig. 3 fait voir un ensemble de jeunes pousses; en bas on voit deux feuilles en forme d'écaille ($1N^1$—$1N^2$), dont $1N^1$ est la plus âgée et enveloppe $1N^2$; à l'aisselle de $1N^1$ on voit un axe, qui est l'un des axes rampants, ce qui ressort facilement par la différence des grandeurs.

Cet axe rampant, A, commence par deux feuilles en forme d'écaille $2N^1$ et $2N^2$, dont $2N^1$ tourne en avant sa partie dorsale en enveloppant la feuille $2N^2$ située vis-à-vis, et dont on ne voit qu'une marge. Après ces deux feuilles en forme d'écaille viennent deux axes a et b, dont a est appuyé par $2N^1$ et qui continue la position horizontale, tandis que b est dressé. A a on voit le premier état de deux feuilles en forme d'écaille, $3N^1$ et $3N^2$, qui se présentent sous forme de petits bourrelets, dont la disposition est l'inverse de ce qu'on a vu pour les feuilles précédentes $2N^1$ et $2N^2$, mais la même que celle de $1N^1$ et de $1N^2$; ainsi, $3N^2$ est tournée plus en avant, $3N^1$ plus en arrière (fig. 8). Au-dessus de $3N^1$, la feuille en forme d'écaille qui est ébauchée la première, on voit un axe V qui se développera comme végétatif et rampant. On le distingue facilement des axes floraux du même degré de développement par sa grandeur plus considérable et par sa forme plus prolongée, presque conique (comparez p. ex. 1V et 1F).

Répondant à cet axe végétatif on en voit, au-dessus de $3N^2$, un autre, F, qui sera floral, encore très jeune et sans traces de feuilles. On en pourra étudier le développement en regardant les axes floraux plus âgés, b et B. L'axe b est appuyé par la feuille en forme d'écaille $2N^2$. L^1 tournée en avant est une feuille caulinaire, et de l'autre côté de l'axe, on voit l'autre feuille caulinaire opposée L^2. De ces deux feuilles caulinaires, qui ne sont encore ébauchées que comme des bour-

relets, ressemblant pour la forme aux jeunes feuilles en forme d'écaille, L^1 en est la plus âgée. On voit, au-dessus de ces feuilles caulinaires, un très jeune axe présentant une bifurcation en parties inégales (F et V) du point végétatif, de sorte que, dès cet état de développement si peu avancé, on peut distinguer la partie — la plus basse, — qui se développe floralement, et la partie qui se développe végétativement; la feuille caulinaire la plus âgée L^1 appuie l'axe floral F, et L^2 appuie l'axe végétatif V. Toute cette petite partie axillaire était appuyée à sa base par $2N^2$.

On voit dans B une pousse ascendante correspondante dans son développement ultérieur. D'abord on trouve deux feuilles caulinaires $1L^1$ et $1L^2$, dont $1L^1$, la première, est la plus âgée. $1L^2$, la moins âgée, se voit presque de profil.

On voit en dedans de ces feuilles deux axes; 1V, le plus grand, qui est appuyé par $1L^2$, se développe en axe végétatif; l'autre, 1F, en dedans de $1L^1$, se développe en axe floral; la dichotomie qu'on a vue indiquée à b, a été poussée ici plus loin.

Entre les deux systèmes d'axes A et B on voit une *squamula intravaginalis*, *sq*.

La fig. 4 nous montre un très jeune bourgeon qui a eu sa place à l'aisselle d'une feuille caulinaire. On ne voit ici que trois mamelons situés à hauteur inégale et dans deux plans différents. Au plus bas on voit retournée obliquement une feuille en forme d'écaille rudimentaire N^1, un peu plus haut et au-devant de l'axe, un mamelon un peu plus large et plus rond, F, qui se développera en axe floral, tandis que le mamelon le plus élevée, V, situé presque dans le prolongement de l'axe mère, se développera en axe végétatif. La feuille N^2 n'a pas encore apparu. Cette figure nous présente ainsi un état de développement plus jeune de la partie marquée *a* de la fig. 3.

La fig. 5 fait voir une jeune pousse florale. Les feuilles caulinaires l_1 et l_2 sont déjà fortement développées. Sq est une *squamula intravaginalis*; les deux h sont deux bractées qui dépassent en croissant les deux fleurs et qui finissent par envelopper le fruit. Ces bractées sont encore très peu développées, et atteignent à peine la base des fleurs.

Le développement de la fleur mâle est bien plus avancé que celui de la fleur femelle. On voit très nettement

'état premier des trois feuilles périgonales encore en forme de bourrelets, et, en dedans, trois anthères un peu plus grandes, presque hémisphériques et qui alternent avec le périgone. La fleur femelle, au contraire, présente un développement bien plus tardif, en n'apparaissant encore que comme un corps cylindrique faiblement conique.

La fig. 7 présente un état de développement plus jeune de ces fleurs avec leurs bractées.

Nous devons à M. le professeur Eug. Warming la remarque que voici sur la manière de voir la ramification:

»La phyllotaxie très singulière trouvée par M. Balfour dans les deux espèces africaines, s'est retrouvée dans le *H. Baillonii*, comme le montre la comparaison du diagramme de la fig. 8 avec les figures de M. Balfour. Si le plan médian d'une paire de feuilles en forme d'écaille, $1n^1$ et $1n^2$, dévie d'environ 10° d'un côté du plan qui passe verticalement par toute la pousse horizontale, on trouvera déviant d'autant de l'autre côté le plan médian de la paire subséquente de feuilles en forme d'écaille ($2n^1$ et $2n^2$); la troisième paire, $3n^1$ et $3n^2$, se trouve au-dessus de la première, et ainsi de suite.

Quant à la phyllotaxie des feuilles caulinaires (L) et des bractées (h), elle est la même que celle trouvée par M. Balfour. Seulement, il faut remarquer qu'il y a ici une petite inflorescence formée d'une fleur mâle terminale et d'une fleur femelle latérale entourée des deux bractées.

Cependant, il n'a pas été possible de bien distinguer si les pousses qui se trouvent en dedans des feuilles L sont situées exactement dans le plan médian ou un peu à côté.

Tandis que ainsi la phyllotaxie est la même pour toutes les trois espèces, il se pourrait que M. Balfour ne soit pas dans le vrai dans sa manière de voir la ramification.

Il regarde la tige horizontale avec ses feuilles en forme d'écaille comme un monopodium, et les pousses dressées, portant les feuilles caulinaires, comme des pousses latérales situées à l'aisselle de la feuille en forme d'écaille qui est la plus élevée de chaque paire successive (Balfour l. c. p. 6).

Il regarde l'axe floral comme une pousse latérale (axe du troisième ordre) à l'aisselle de la feuille caulinaire plus âgée, et la pousse végétative qui se trouve entre cette dernière et la plus jeune feuille caulinaire, comme la continuation de la pousse qui porte les deux feuilles végétatives. Évidemment il

ne juge pas nécessaire d'entrer dans les détails pour prouver l'exactitude de cette opinion; toutefois, la chose ne va pas tant de soi.

Je suppose, contrairement à M. BALFOUR, que les axes horizontaux sont des sympodia à la composition desquels chaque pousse ne contribue que par ses deux premiers entre-nœuds, et que l'inflorescence à deux fleurs est terminale, tandis que la pousse végétative qui est située à côté de l'inflorescence, est une pousse latérale à l'aisselle de la jeune feuille caulinaire (L^2). D'après cette supposition la composition et la ramification des pousses (exprimées par les marques du diagramme de la fig. 8) seront les suivantes:

entre-nœuds horizontaux. entre-nœuds verticaux.

I : $1n^1$ — $1n^2$ — $1L^1$ — $1L^2$ — $1h^1$ — $1h^2$ — ♂

II ($2n^1$, $2n^2$, $2L^1$ etc.) II (= I) II (: ♀)

Que cette supposition puisse être vraie, voilà une possibilité qu'on ne saurait contester, je pense; en prouver la vérité, c'est une chose assez difficile. Voici les faits qui, pourtant, me semblent militer plus pour la vérité de ma supposition que pour celle de M. BALFOUR. Il faut d'abord appuyer sur le fait que, selon M. BALFOUR (p. 4), les proches parents du *Halophila*, *l'Althenia* et le *Cymodocea*, ont des axes sympodiaux, d'où suit qu'il serait très peu probable de supposer des monopodia chez le *Halophila*.

Ce n'est pas seulement l'affinité avec les formes sympodiales qui parle en faveur du sympodium: il faut encore prendre en considération qu'en somme les rhizomes monopodiaux sont très rares, tandis que les rhizomes sympodiaux sont très fréquents.

Ensuite je ferai remarquer que les axess successifs du sympodium supposé deviennent très régulièrement antidromes; il ne faut pas non plus oublier la même disposition en zigzag qui caractérise tant de sympodia. Dans le diagramme de la fig. 8 l'hélice de l'axe I tourne à gauche (de $1n^2$, par le chemin le plus direct à $1L^1$, mais avec à peu près le même angle de divergence de $1l^2$ à $1h^1$); dans l'axe II, l'hélice tourne à droite, en III à gauche, alternant ainsi de suite avec la plus grande régularité.

Or, il pourrait sembler que le développement exposé plus haut des plus jeunes parties des sommets des tiges réfute cette exposition; il pourrait sembler qu'on eût la preuve de la nature monopodiale de l'axe horizontal dans le fait que les sommets des tiges de tous ces axes horizontaux sont toujours si dressés et si coniques, et que les pousses verticales apparaissent d'abord presque sous forme de bas mamelons à leurs côtés. A ce sujet il faut dire qu'on a ici le pendant du développement qu'on connaît à plusieurs autres plantes. Il en est ainsi du *Vitis*; NÄGELI et SCHWENDENER ont les premiers attiré l'attention sur ce fait singulier que la vrille se présente comme une formation latérale *au-dessous* du sommet de la tige, d'où ils conclurent que la pousse principale était un monopodium (voir p. ex. la fig. 2, Pl. VI dans WARMING: Sur la ramification, dans: Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, Sér. V, Bd. 10, 1872). Néanmoins, aujourd'hui même, plusieurs botanistes des plus marquants, M. EICHLER p. ex., insistent fortement, et, selon moi, à juste titre, sur l'ancienne théorie suivant laquelle il se forme des sympodia et la vrille est en réalité l'axe terminal repoussé de côté. Pour la famille des Borraginées, le développement de l'inflorescence a été d'abord mentionné avec plus de détails par KRAUS, plus tard par moi-même et autres, et des figures tout à fait analogues ont été données par moi et par M. GŒBEL, p. ex., qui n'en est pas moins un adversaire de la théorie sympodiale. Je n'ai pas à rendre compte ici des disputes qu'a occasionnées dans ces derniers temps cette inflorescence: je m'appliquerai seulement à appeler l'attention sur le fait que des morphologistes tels que MM. EICHLER, CELAKOVSKY et ENGLER y voient un sympodium, quoique les fleurs, les axes principaux relatifs, naissent en apparence au *côté* de leur axe latéral supposé et de beaucoup plus vigoureux. Je me range à cette opinion.

D'autre part on peut renvoyer au développement de *l'Asclepias syriaca*, qui semble présenter un monopodium (voir WARMING: Recherches Pl. VII), tout en ayant à coup sûr la ramification sympodiale (voir CELAKOVSKY: Flora 1877).

Tout ceci doit suffire pour montrer qu'il ne faut pas conclure de l'histoire de développement actuel que la pousse horizontale soit un monopodium.

Eu égard aux autres circonstances ci-dessus nommées il serait, je pense, le plus naturel d'y voir un sympodium.« —

Passant ensuite à l'étude de la structure anatomique de notre plante, nous commencerons par:

La Tige.

La tige, comme c'est généralement le cas dans les plantes aquatiques, présente une structure assez simple au point de vue anatomique.

Une coupe transversale (ff. 9 et 10) montre à la périphérie un épiderme se composant de cellules presque régulièrement pentagonales dont la paroi externe est beaucoup plus épaisse que les autres et dont la cuticule est à peine visible.

En dedans de cet épiderme on trouve l'écorce occupant la plus grande partie de l'intérieur de la tige et se composant d'un tissu cellulaire extrêmement lâche, de grandes cellules cylindriques, rondes en coupe transversale, et allongées en coupe longitudinale, et dont les extérieures contiennent un peu de chlorophylle; les intérieures sont amylifères. Il y a dans l'écorce de nombreuses lacunes et méats intercellulaires assez considérables qui vont se continuer à travers le nœud, où, cependant, ils diminuent considérablement de largeur. Les cellules du parenchyme de l'écorce diminuent de dimensions vers le dedans du côté du cylindre central.

En outre, il se trouve dans la partie extérieure de l'écorce, et en dedans de la première couche de cellules située sous l'épiderme, 6 ou 7 faisceaux périphériques qui, comme le montrent la fig. 9, Fv. et la fig. 11, secomposent exclusivement de phloème et manquent tout à fait de vaisseaux. Ils ne semblent pas sanastomoser dans le nœud, mais ils se continuent de là dans les entre-nœuds suivants, les feuilles et les pousses latérales.

Le système vasculaire central (fig. 10) est entouré d'un endoderme (En dans les fig.) contenant quelque amidon et oùl' on observe facilement les taches de CASPARY (fig. 10). Coupé longitudinalement il présente les parois finement et également ondulées. En dedans du cylindre on trouve le système vasculaire central qui se compose presque exclusivement de cambiforme et est d'une structure presque aussi simple que les faisceaux de phloème périphériques.

Il est difficile de décider la question de savoir s'il y a ou non des tubes cribreux, à moins qu'on ne puisse interpréter comme tels les ouvertures pentagonales marquées S (fig.

10); cependant je dois remarquer qu'elles n'étaient pas visibles en coupe longitudinale, non plus que les cellules adjonctives (cellules annexes) qui les accompagnent.

Les vaisseaux se présentent comme vaisseaux annulaires; mais il faut les chercher ou dans le nœud lui-même ou dans les très jeunes entre-nœuds pas encore tendus, puisque, par suite de la croissance rapide, ils se brisent de bonne heure de sorte qu'on n'en trouve que des parties dans les nœuds. On trouve au beau milieu du cylindre un conduit central; on trouve de même, immédiatement en dedans de l'endoderme, quelques méats intercellulaires (i. fig. 10).

La Racine.

Les racines, nous l'avons déjà dit, prennent leur point de départ immédiatement au sommet des longs entre-nœuds, une à chaque nœud, alternativement à droite et àgauche relativement à la feuille n[1] des nœuds successifs (voir le diagramme fig. 8 et la fig. 1). Elles sont toujours non ramifiées, minces et presque diaphanes comme la tige. On trouve des poils radicaux, mais ils sont loin d'être si abondants que dans les espèces décrites par M. Balfour, les *H. ovalis* et *stipulacea*.

La racine est enveloppée très longtemps de la coléorhize; des racines, longues même de 4 mm., en peuvent encore être toutes recouvertes.

La structure anatomique a beaucoup de commun avec celle de la tige, et la fig. 13 donne une coupe transversale de la partie centrale, et jusqu'à l'épiderme.

L'épiderme, on le voit, a les parois très minces et se compose, en coupe transversale, le plus souvent de cellules pentagonales qui peuvent produire des poils radicaux (fig. 12 Pr.).

En dedans de l'épiderme on trouve l'écorce qui se compose, dans la plupart des cas, de cellules à parois minces, le plus souvent hexagonales en coupe transversale, et non pas, comme dans la tige, arrondies. On voit de nombreux méats intercellulaires (fig. 13 i) dont les ouvertures se présentent en coupe transversale tétragonales, pentagonales ou hexagonales.

Le cylindre central est entouré d'un endoderme présentant, aussi nettement que dans la tige, les taches de Caspary, et, en coupe longitudinale, la paroi finement ondulée même sans qu'on ait besoin d'employer des réactifs chimiques. —

Les Feuilles.

Les feuilles se présentent sous forme de feuilles caulinaires, comme feuilles en forme d'écaille et comme bractées.

Les feuilles caulinaires, comme nous l'avons dit plus haut, sont pétiolées. Elles ont des poils épars des deux côtés et à la marge, où les cellules situées tout près des poils sont un peu plus proéminentes de sorte que la feuille paraît, par un faible grossissement, faiblement sinuée-dentée.

Le limbe est d'une forme ovale-lancéolée, peu et insensiblement diminuant en largeur vers le pétiole, un peu arrondie au sommet (fig. 14). Il y a une nervure médiane, qui est la plus tement développée, et deux nervures secondaires qui s'étendent immédiatement au-dessous du bord et qui s'unissent immédia-fortement au-dessous du sommet du limbe où elles vont rejoindre la nervure médiane. De la nervure médiane partent des deux côtés environ 6 nervures transversales très faibles, qui ne s'observent que par un assez fort grossissement (fig. 14).

Le pétiole est triangulaire, ou peu s'en faut, ce qui se voit par une coupe transversale (fig. 15). Les cellules d'épiderme ont les parois extérieures épaisses, et au dedans de l'épiderme on trouve du parenchyme qui contient peu de chlorophylle, mais où il y a quelques rares méats intercellulaires (i, fig. 15) et trois faisceaux vasculaires, dont l'intermédiaire est le plus grand, tandis que les deux autres, situés immédiatement sous l'épiderme à la marge du pétiole, sont à peu près aussi développés et aussi grands que les faisceaux périphériques de la tige. Le faisceau vasculaire intermédiaire n'est entouré d'aucun endoderme; il se compose exclusivement de cellules de cambiforme, dont les externes sont un peu plus grandes que les internes.

Le limbe, au point de vue de la structure anatomique, ne se compose que de deux couches de cellules (fig. 18) dont celles de la face supérieure s'allongent çà et là en poils pointus un peu recourbés (fig. 16), celles de la face inférieure, au contraire, en poils un peu plus longs et presque droits (fig. 17).

La forme, soit pentagonale, soit hexagonale, des cellules est presque la même des deux côtés de la feuille; il en est de même de leur grandeur. Les cellules de l'épiderme qui

sont situées au-dessus et au-dessous des trois nervures, sont plus allongées et plus étroites que les autres. Il va sans dire que les stomates font défaut. Une coupe transversale de la feuille (fig. 18) fait voir les deux couches de cellules dont les parois externes sont un peu plus épaisses que les autres.

Le faisceau vasculaire central n'est ici non plus entouré d'aucun endoderme, mais seulement de quelques cellules assez grandes, nées, comme le faisceau lui-même, à ce qu'il semble, dans la couche cellulaire de la face supérieure.

Du reste, il en est du faisceau vasculaire même comme de celui du pétiole: il ne se compose également que de cambiforme et n'a ni vaisseaux ni tubes cribreux.

Quant à la position des feuilles caulinaires, elles apparaissent, nous venons d'en rendre compte, exclusivement à la base des axes courts et dressés, et embrassent respectivement, l'inférieure un axe floral, et la supérieure un axe végétatif.

Les feuilles en forme d'écaille, au contraire, se trouvent situées à la tige horizontale aux sommets des longs entre-nœuds. Elles sont toujours situées très rapprochées, deux à deux, près du nœud et à des hauteurs peu différentes, de manière que l'inférieure, le plus souvent assez longue, embrasse la tige horizontale, tandis que la supérieure, un peu moins longue et qui est entourée, dans le bourgeon, par l'inférieure, embrasse l'axe ascendant. (Fig. 8). Elles ont essentiellement la même forme: largement obovales, parfois faiblement émarginées au sommet. Comme les feuilles caulinaires, elles portent des poils, surtout dans leur partie dorsale, où ces poils sont un peu plus recourbés et plus proéminents immédiatement devant la nervure. Elles sont d'ailleurs très minces, entièrement diaphanes et manquent de chlorophylle. La fig. 19, coupe transversale d'une feuille en forme d'écaille, en montre la structure anatomique. Ici, comme chez les feuilles caulinaires, il n'y a que deux couches de cellules à parois très minces; mais, vers le bord de la feuille — à peu près un tiers de toute la feuille — il n'y a qu'une seule couche de cellules appartenant, à ce qu'il paraît, à la face inférieure, tandis que la couche correspondante de la face supérieure fait défaut ici.

Ajoutez-y que, dans les feuilles en forme d'écaille, les deux couches cellulaires vues de face (fig. 20) présentent une forme allongée et les parois fortement ondulées grâce auxquelles elles parviennent à une consistance plus solide.

On voit au milieu de la feuille en forme d'écaille un faisceau vasculaire manquant d'endoderme et entouré seulement de quelques cellules assez grandes; il se compose de cambiforme sans vaisseaux ni tubes cribreux, de sorte que dans tous les points essentiels il ressemble aux faisceaux périphériques de la tige.

On ne trouve les *bractées* que dans les pousses florales, enveloppant la fleur mâle et la fleur femelle. La bractée qui appuie la fleur femelle enveloppe celle de la fleur mâle; du reste elles sont à peu près de même grandeur et de même forme (fig. 21). Contrairement aux feuilles en forme d'écaille, elles sont pointues; mais quant à leurs poils et à leur structure interne elles sont analogues à ces feuilles.

Des *squamulæ intravaginales* se trouvent aux aisselles de toutes les trois catégories de feuilles. Ces squamulæ sont presque sessiles, diaphanes, oblongues-ovales, et ne se composent que de deux couches de cellules qui présentent constamment la forme d'un pentagone ou tétragone allongés (fig. 22).

Les Fleurs.

Les Fleurs. Nous avons déjà parlé de la position des fleurs: le *H. Baillonii* est monoïque; il y a une fleur mâle terminale et une fleur femelle dont la bractée enveloppe la bractée correspondante de la fleur mâle (fig. 28), et ces fleurs ne se trouvent toujours que sur les courts axes dressés.

La fleur mâle a un pédoncule assez long (fig. 23), un périanthe simple triparti, et trois anthères presque sessiles alternant avec les folioles du périanthe qui sont ovales, obtuses et concaves surtout au sommet (fig. 24, 27).

Les folioles du périanthe n'ont pas de nervure et ne se composent que de deux couches de cellulles, excepté dans la partie centrale où il y en a plus, et, à la marge, d'une seule couche, comme il en est des bractées et des feuilles en forme d'écaille (fig. 25).

Les anthères sont biloculaires et non pas quadriloculaires, comme l'a observé M. Balfour pour le *H. ovalis*; mais on ignore ce qu'il en est du *H. stipulacea*, les spécimens de M. Balfour n'étant que des plantes femelles. Les anthères sont aussi extrorses (fig. 26), et présentent en coupe transversale

une paroi formée d'une seule couche mince de cellules (fig. 27), allongées et rectangulaires, excepté la partie dorsale qui est couverte d'une couche plus épaisse de cellules. On trouve dans les loges des anthères les singuliers grains de pollen (ff. 29, 30 et 31) déjà observés par M. BALFOUR chez le *H. ovalis.* Ces grains sont le plus souvent ellipsoïdes et réunis dans de longues chaînes dans toute la longueur de la loge de l'anthère où ils sont régulièrement disposés.

Chaque grain de pollen a à l'état sec, une exine fortement plissée qui se gonfle davantage par l'addition de l'eau (fig. 31).

L'intine, au contraire, est unie. A l'intérieur on trouve une quantité considérable de grains d'amidon.

La fleur mâle est caduque, sans doute très peu de temps après l'épanouissement, vu que du nombre relativement grand de fleurs mâles qui se trouvaient dans les matériaux étudiés, quelques-unes seulement étaient épanouies, tandis que tout le reste était non épanoui. Enfin le grand nombre de fruits isolés porte à croire que la fleur mâle tombe de bonne heure.

La fleur femelle se trouve à l'aisselle de la bractée inférieure de l'axe floral. Contrairement à la fleur mâle, elle est sessile (fig. 23), et se développe plus tard que la fleur mâle correspondante (fig. 5). Il se forme d'abord un périanthe simple triparti et supère, le sommet du jeune axe floral s'élevant plus fortement que la partie centrale et formant trois folioles de périanthe triangulaires sur sa périphérie (fig. 28 et 33). Un peu plus tard se développent les trois carpelles (cp., fig. 33) qui dépassent au fur et à mesure le périanthe, et vont s'allonger en trois papilles coniques et alternant avec le périanthe pour devenir peu à peu trois styles (fig. 23, 32). Ces styles prennent rapidement toute leur croissance et finissent par sortir entièrement des deux bractées. Ils sont garnis, du côté interne, d'une double série de papilles (fig. 34). On trouve en outre à l'intérieur de l'ovaire trois longs placentas pariétaux où sont attachés les œufs. Quant à l'œuf, qui est anatrope, il a deux téguments distincts, dont l'intérieur, comme de coutume, se forme le premier (fig. 42).

Maintenant la fécondation peut s'opérer; elle est assurée par les grains de pollen réunis en chaînes. La fleur mâle se fane et tombe, tandis que la fleur femelle continue son déve-

loppement en un fruit uniloculaire et ellipsoïde où les styles et le périanthe sont peu à peu fanés.

Le péricarpe lui-même, nous venons de le dire, est presque diaphane, de sorte qu'on entrevoit facilement les graines au travers. Il est formé (fig. 35) de quatre couches de cellules, dont l'extérieure est la plus grande et se compose, comme la couche subséquente, de cellules presque régulièrement pentagonales en coupe transversale et qui ne contiennent presque rien. En dedans de ces deux couches cellulaires, on en trouve deux autres de cellules uniformes, de même épaisseur, en coupe transversale, presque rectangulaires et allongées tangentiellement, toutes remplies de grains d'amidon.

On trouve dans le fruit de nombreuses graines à testa mince, mais solide et résistante, composée de deux couches de cellules, dont l'extérieure, à parois très minces, a les cellules rectangulaires en coupe transversale (fig. 36, a) et, en dedans, une couche presque imperceptible et à parois encore plus minces, dont les cellules ne tardent pas à collaber (fig. 36, b). La couche extérieure vue de face (fig. 38) se compose de cellules tétragonales ou pentagonales aux parois finement ondulées, surtout du côté de la marge; c'est au-dessous de ces cellules qu'on entrevoit la couche b, dont nous venons de parler.

Les graines ont le funicule assez persistant et un grand embryon (ff. 39 et 40) dont la tigelle, contenant beaucoup d'amidon, occupe toute la moitié inférieure et a la forme presque d'un hémisphère. Sur son bout supérieur assez aplati, on voit un long cotylédon fortement courbé ou enroulé, et presque engainant, vers la base, la gemmule.

Une coupe longitudinale de l'embryon (f. 41) fait voir près du milieu de la tigelle, deux rangées de cellules allongées dont les grains d'amidon sont bien plus petits que les grands grains polyédriques des cellules pentagonales et hexagonales environnantes (fig. 37).

Nous n'avons pu observer la manière dont s'ouvre le fruit du *H. Baillonii*, tous les fruits même le plus développés ne présentant pas encore de signe de s'ouvrir.

Voici la diagnose de l'espèce, suivant ce qu'on vient de lire:

Halophila Baillonii Aschs.

Flores monoeci. Antheræ biloculares. Lamina foliorum frondosorum oblongo-elliptica in petiolum longiusculum leviter basi attenuata, margine spinuloso-ciliata.

A la diagnose du genre dans Genera plantarum (Hooker et Bentham) il faut à »flores dioeci» ajouter »vel monœci, inflorescentiis intra spatham diphyllam bifloris e flore masculo et femineo constantibus. Styli non undique sed biseriatim papillosi».

Elodea densa CASPARY.

Autrefois PLANCHON a rangé cette plante dans un genre à part: l'*Egeria*, parce que, selon lui, elle était dioïque, vu qu'il ne trouvait pas de fleurs femelles, et parce que, par opposition à l'*Elodea*, on trouve dans cette plante deux ou trois fleurs mâles au dedans de la même spatha.

Cependant M. CASPARY, qui a vu les fleurs femelles décrites dans un manuscrit d'Aug. de St.-Hilaire (h. mus. Par. l. c. 435), la range sous l'*Elodea*. Il ne regarde pas non plus l'existence d'un assez grand nombre de fleurs au dedans de la même spatha comme suffisante pour en faire un genre à part.

Voici la description qu'il en fait (*Die Hydrilleen* (*Anachorideen* ENDL.) PRINGSH. *Jahrbücher I. Bd. 1858*):

»*Elodea densa.* Caulis teres, (ramosus?), folia in verticillis quaterna, plana, adulta patentia, $1—1\frac{1}{3}'''$ lata, $3\frac{1}{2}—7'''$ longa (circiter $1''$ longa et $2'''$ lata Planch, id quod non vidi) lineari-lanceolata, apice rotundato-acutata, serraturæ utrinque 24—26, cellula unica non curvata, incolorata, antrorsum versa supra marginem prominentes; cellulæ marginales paululum angustiores brevioresque quam illæ disci folii, nervo medio unico e cellulis conductricibus formata. Stipulæ intrafoliaceæ binæ, ovatæ, parenchymaticæ, margine integerrimo, minutissimæ.

Fl. mas. Spatha axillaris, sessilis, subcylindrica, versus apicem latior, apice bidentata, flores 2—3 includens sub $6'''$ longa. Tubus calicis filiformis c. $15''$ longus, spatha $2\frac{1}{2}$ longior; sepala tria, ovata, $1\frac{1}{2}'''$ longa, reflexa, virescentia; petala tria, obovata subcircularia, apice rotundata, $4—5\frac{1}{2}'''$ longa, flava; stamina 9, $\frac{3}{8}$ petalorum longitudine æquantia; filamenta crassa, antheram $1\frac{1}{2}$ longitudine superantia, sub apice paululum dialata, ad latera papillosa, papillis parvis semiglobosis.

Antheræ oblongæ la : lg = 1 : 2 basi fixæ; grana pollinis glabra, minutissime echinata. Rudimenta stigmatum tria inæqualia, vel lanceolata vel ovata, papillosa papillis semiglobosis.

Weiter ist nicht bekannt.» —

Planchon donne la grandeur de la fleur comme chez le Ranunculus aquatilis.

Les matériaux utilisés pour l'étude suivante ont été déterminés par M. Seubert et recueillis par M. Eugène Warming dans un étang ombreux d'une forêt près de Lagoa Santa (Brésil, voir les »Videnskabelige Meddelelser» de la Société d'histoire naturelle de Copenhague, 1872, p. 112).

La floraison de cette plante, dit-on, est de janvier à mai.

La Tige, dont les entre-nœuds sont très courts, est peu ramifiée.

Une coupe transversale (ff. 48, 49 et 50) fait voir un épiderme à parois minces et se composant de cellules presque pentagonales, sous lesquelles se trouve une couche d'écorce faiblement chlorophyllifère et où l'on voit de nombreux méats aérifères, séparés entre eux par une seule couche de cellules presque régulièrement cylindriques.

Dans l'écorce même il y a, à la périphérie et jusqu'au nombre de six, quelques faisceaux vasculaires assez faibles (fig. 51), se composant exclusivement de cambiforme, sans trace de vaisseaux ni de tubes cribreux. Il y a d'ailleurs un tissu conducteur réuni dans un cylindre central.

Ce cylindre est creux et enveloppé d'un endoderme amylifère comme la partie de l'écorce qui est située tout près. Les vaisseaux font défaut encore ici; mais on voit çà et là quelques rares tubes cribreux avec leurs cellules annexes (fig. 52). Du reste, on ne trouve ici que des cellules de cambiforme allongées et à parois minces.

Les Feuilles, disposées à cinq en verticilles faux (fig. 54), sont oblongues, cependant non pas, comme on les décrit, *apice rotundato-aculeato*, mais insensiblement diminuant en largeur vers le sommet et se terminant dans un poil presque droit (fig. 44, 45). En outre, les poils de la marge sont faiblement recourbés, et non pas, comme le dit la description, *non curvatæ*.

La feuille, à l'exception de la nervure, ne se compose que de deux couches cellulaires assez égales pour la forme (fig. 43). Seulement celles de la face ventrale sont un peu plus grandes que celles de la face dorsale (fig. 47). Près de la marge et au-dessus de la nervure, les cellules de la face ventrale sont un peu plus courtes et plus étroites.

Une coupe transversale de la feuille (fig. 47) fait voir la seule nervure existante, formée de la couche cellulaire de la face ventrale (Fv dans la fig.) et qui manque complètement de vaisseaux et de tubes cribreux; elle se compose exclusivement de cellules de cambiforme enveloppées d'une espèce de gaine d'assez grandes cellules, qui ne sont pourtant pas disposées aussi régulièrement que dans un endoderme. Les feuilles sont faiblement vertes; les cellules de la face dorsale seulement sont chlorophyllifères.

Aux aisselles, surtout les jeunes, il y a quelques trichomes, (fig. 46) répondant aux *squamulæ intravaginalis* du *Halophila* et présentant la même structure.

Les Fleurs sont disposées en groupes de deux ou trois, entourées d'une seule spatha et nées sur de courtes pousses latérales à l'aisselle de feuilles caulinaires. Les matériaux étudiés n'offraient que des fleurs mâles. Elles sont longuement pédonculées (fig. 54), et ont trois sépales, trois pétales et neuf étamines, en dedans desquelles on trouve trois carpelles rudimentaires (fig. 53) disposés en cercles régulièrement alternants. Les sépales sont obtusiovales et n'ont qu'une nervure médiane. Les pétales sont obovaux, sans nervures, mais ayant un épiderme papilleux. Les étamines sont de longueur différente, ouvertes; mais elles étaient déjà en partie vidées. Les grains de pollen, on l'a déjà vu, sont finement échinites (fig. 55).

Dans les fleurs épanouies, les sépales étaient recourbés de manière à envelopper le pédoncule.

La racine faisait défaut dans les matériaux étudiés.

p. t. Stockholm, mai 1884.

Explication des figures.

PLANCHE I.

Halophila Baillonii ASCHS.

Fig. 1. Partie de la plante en grandeur naturelle.
» 2. Une branche dont les fleurs sont avortées. Explication dans le texte. Grandeur naturelle.
» 3. Un ensemble de jeunes pousses. On voit l'axe horizontal (A) et l'axe dressé (B). Les feuilles en forme d'écaille sont marquées $1N^1$, $1N^2$, $2N^1$, $2N^2$ $3N^1$ et $3N^2$, les feuilles caulinaires L^1, L^2, $1L^1$ et $1L^2$, les axes végétatifs V et 1 V, et les axes floraux F et 1 F; du reste il faut voir le texte. Le grossissement du diamètre .... (140)
» 4. Un très jeune bourgeon qui a eu sa place à l'aisselle d'une feuille caulinaire. N signifie une feuille en forme d'écaille, V un axe végétatif, et F un axe floral .... (140)
» 5. Un jeune axe floral. On voit les deux feuilles caulinaires l_1 et l_2, les deux bractées h, une squamula intravaginalis sq, une fleur mâle et une fleur femelle .... (140)
» 6. Partie d'une jeune pousse. Les lettres comme en fig. 3 .... (140)
» 7. Un axe floral beaucoup plus jeune que celui de la fig. 5 .... (140)
» 8. Diagramme d'un axe comme en fig. 1. Explication dans le texte.
» 9. Coupe transversale d'une tige, montrant les cellules épidermiques (Ep), la couche de parenchyme d'écorce (Pc), les 7 faisceaux vasculaires périphériques (Fv) et les méats intercellulaires (i). Le cylindre central est entouré d'un endoderme (gaine protectrice, En) .... (61)
» 10. Partie de la figure 9 plus fortement grossie. Les faisceaux vasc. périphériques P. L'endoderme fait voir très distinctement le staches de CASPARY. Dans le cylindre central on voit le phloème (?) (s), les méats intercellulaires (i) et le conduit central (c) (167)
» 11. Un faisceau vasculaire périphérique (Fv) .... (167)
» 12. Coupe transversale d'une racine. Pr est un poil radical .... (140)

PLANCHE II.

Halophila Baillonii ASCHS.

Fig. 13. Partie de la fig. 12 plus fortement grossie, montrant les cellules épidermiques (Ep), la couche de parenchyme d'écorce (Pc), l'endoderme avec les taches de CASPARY (En) et la partie centrale .... (265)
» 14. Le limbe d'une feuille caulinaire avec les nervures.

Fig. 15. Coupe transversale d'une partie d'un pétiole. On voit les cellules épidermiques (Ep), et deux faisceaux vasculaires, l'axillaire et un latéral .... (61)
» 16. Épiderme de la face ventrale d'une feuille caulinaire .... (167)
» 17. Épiderme de la face dorsale d'une feuille caulinaire .... (167)
» 18. Coupe transversale d'une partie d'une feuille caulinaire montrant l'épiderme (Ep) et le faisceau vasculaire médian. La face ventrale est marquée Pv .... (167)
» 19. Coupe transversale d'une partie d'une feuille en forme d'écaille. On voit au milieu un faisceau vasculaire, la face dorsale marquée Pd .... (265)
» 20. Épiderme de la face d'une feuille en forme d'écaille .... (140)
» 21. Les deux bractées, a et b, vues de côté et de face; a signifie la bractée de la fleur femelle, b celle de la fleur mâle, un peu grossies.
» 22. La figure montre une squamula intravaginalis, vue de face... (140)
» 23. La fleur mâle, longipédonculée, et la fleur femelle, sessile, la dernière avec sa bractée .... (31)
» 24. Une fleur mâle, montrant le périanthe triparti et les trois anthères sessiles et extrorses, alternant avec les folioles du périanthe .... (100)
» 25. Coupe transversale d'une partie d'une foliole du périanthe, montrant les deux couches de cellules. La partie dorsale est marquée Pd .... (167)

PLANCHE III.

Halophila Baillonii Aschs.

Fig. 26. Diagramme de la fleur mâle avec les deux bractées. La plus large (a) a embrassé une fleur femelle .... (37)
» 27. Coupe transversale des trois anthères, montrant une couche mince de cellules, allongées et rectangulaires au devant des anthères, et une couche plus épaisse sur la partie dorsale... (167)
» 28. Coupe longitudinale d'une fleur mâle et d'une fleur femelle.. (140)
» 29. Coupe longitudinale d'une anthère où l'on voit la disposition des grains de pollen .... (37)
» 30. Les grains de pollen .... (167)
» 31. Trois grains de pollen, traités de l'eau, montrant l'exine et l'intine .... (265)
» 32. Partie d'une fleur femelle; on voit deux styles et deux folioles du périanthe .... (167)
» 33. Une jeune fleur femelle, montrant les trois folioles du périanthe et les trois carpelles (cp) .... (100)
» 34. Partie d'un style avec la double série de papilles .... (167)
» 35. Coupe transversale d'une partie du péricarpe montrant les quatre couches de cellules, les deux internes, remplies d'amidon (167)
» 36. Coupe transversale de l'arille avec les deux couches de cellules .... (167)
» 37. Les grains polyédriques d'amidon de la tigelle hypocotyle... (200)
» 38. Partie de la couche extérieure de l'arille vue de face avec les parois finement ondulées .... (167)
» 39. Une graine avec son funicule (F) .... (31)
» 40. Coupes longitudinales de deux graines, montrant le cotylédon spiroïde engainant la gemmule .... (61)
» 41. Coupe longitudinale de la gaine .... (167)
» 42. La figure montre quatre œufs avec leurs deux intéguments (167)

PLANCHE IV.

Elodea densa CASPARY.

Fig. 43. Épiderme de la face dorsale d'une feuille caulinaire .... (140)
» 44. Le sommet d'une feuille caulinaire se terminant dans un poil (140)
» 45. Une feuille caulinaire (2 : 1).
» 46. Les stipules, vues de côté et de face................................ (167)
» 47. Partie de coupe transversale d'une feuille caulinaire montrant les cellules épidermiques (Ep), la nervure avec sa gaine (G) et les cellules de cambiforme (c). La face ventrale (Fv)..... (167)
» 48. Partie de coupe transversale de la tige, montrant les cellules épidermiques (Ep), la couche de parenchyme d'écorce (Pc) avec de grands conduits aérifères (Ca) et le cylindre central (Cc) avec sa cavité .... (167)
» 49. Coupe transversale de la tige.. (31)
» 50. Partie de coupe transversale de la tige............................ (37)
» 51. Partie de coupe transversale de la tige montrant les cellules épidermiques (Ep) et un faisceau vasculaire (Fv)................ (167)
» 52. Coupe tangentielle d'un tube cribreux (Ph) avec ses cellules annexes (c adj.) .... (167)
» 53. Diagramme d'une fleur mâle.
» 54. Deux fleurs mâles avec leurs spathes.
» 55. Un grain de pollen .... (265)





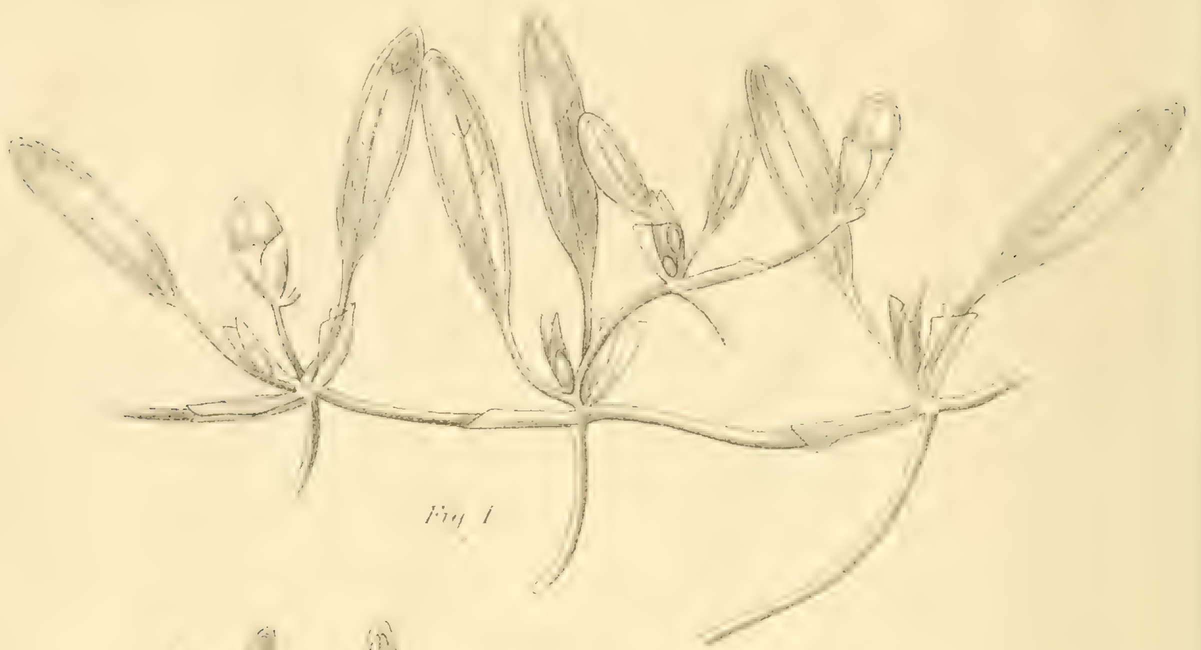


Fig 1



Fig 2

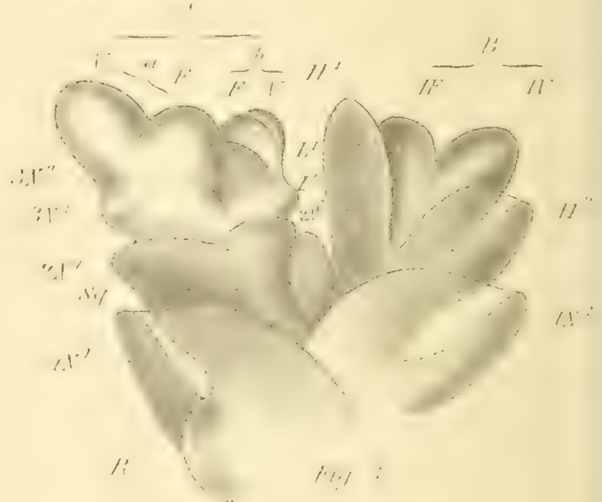


Fig 3



Fig 5

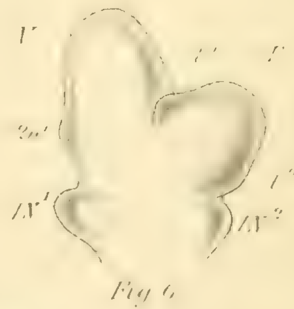


Fig 6



Fig 4

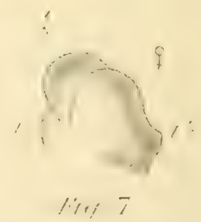


Fig 7

Th. Holm del.

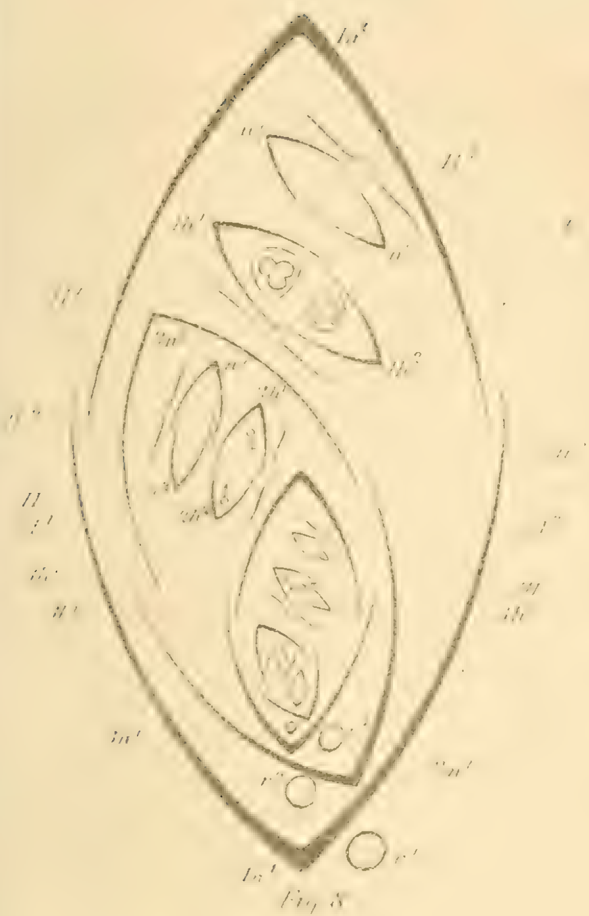


Fig 8



Fig 10

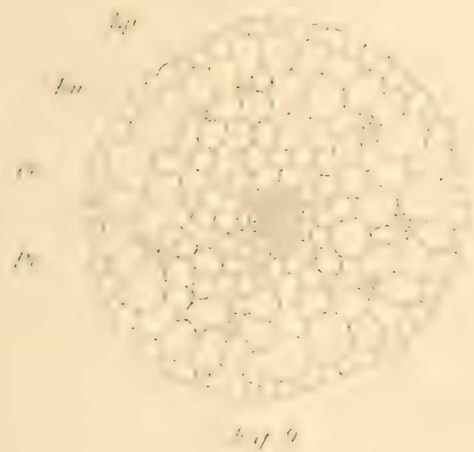


Fig 9

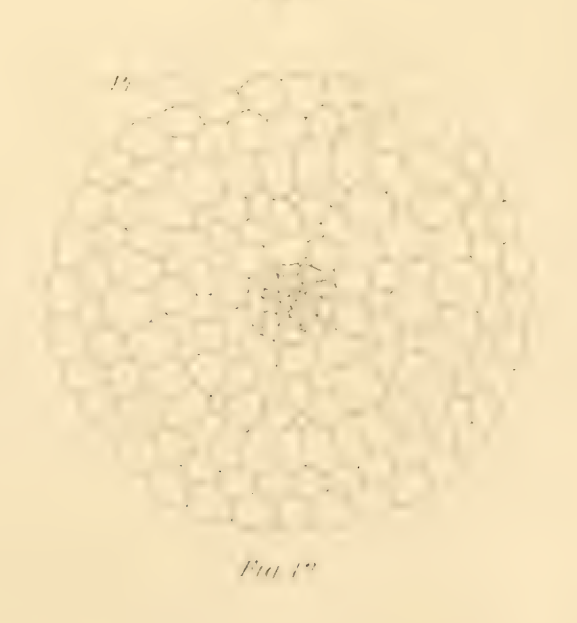


Fig 12

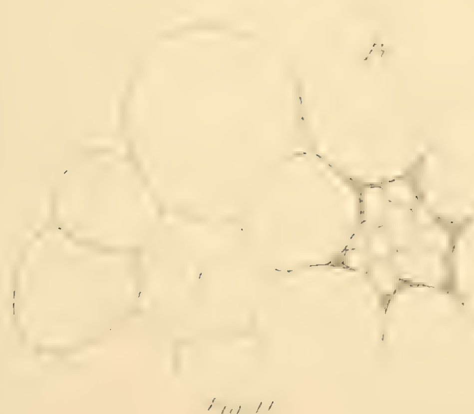


Fig 11

Fig 13

Fig 14

Fig 15

Fig 16

Fig 17

Fig 18

Fig 23

Fig 24

Fig 25

Lith W. Schlachter, Stockholm



Fig. 26.

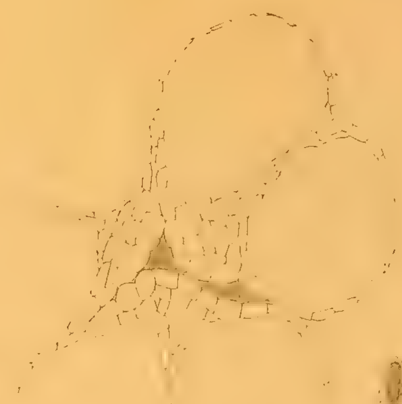


Fig. 27.



Fig. 28.



Fig. 29.



Fig. 30.



Fig. 31.



Fig. 32.



Fig. 33.

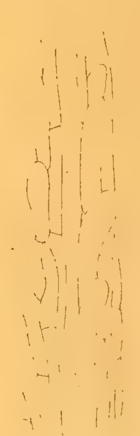


Fig. 34.

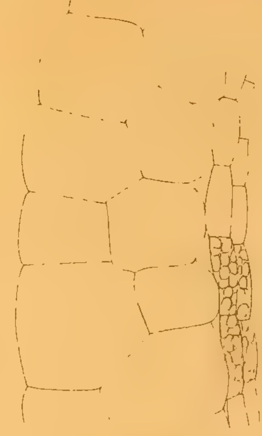


Fig. 35.



Fig. 36.

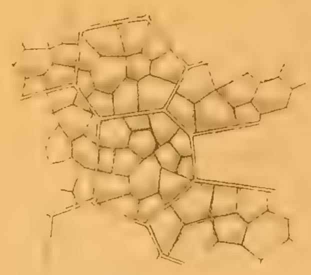


Fig. 37.



Fig. 39.

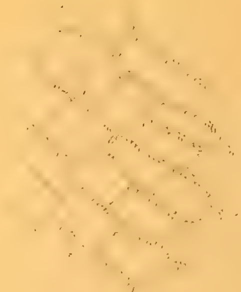


Fig. 38.





Fig. 40.

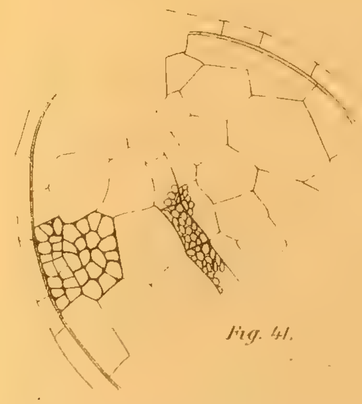


Fig. 41.









Fig. 42.

Th. Holm del.

Lith. W. Schlachter, Stockholm.

Fig. 43

Fig. 45

Fig. 44



Fig. 46

Fig. 51

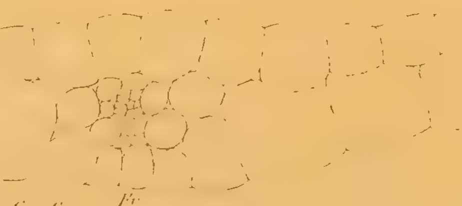


Fig. 47

Fig. 48

Fig. 49

Fig. 50



Fig. 52

Fig. 53

Fig. 54

Fig. 55

Th. Holm del.

Lith. W. Schlachter, Stockholm.

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 9. N:o 14.

KOLOXYSULFIDENS FRAMSTÄLLNING OCH EGENSKAPER

AF

PETER CLAËSSON.

MEDDELADT DEN 9 APRIL 1884.

STOCKHOLM, 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Det låg nära till hands att söka göra undersökningarne [1]) öfver syrors inverkan på rhodanväte gagnbara för framställningen af koloxysulfid.

Than, upptäckaren af denna gas, framställde densamma dels genom syntes af koloxid och svafvel, dels af rhodanalkalier och svafvelsyra.

Såsom Than sjelf anger, gifver den förra metoden endast ett ringa utbyte och gasen erhålles dessutom blandad med betydliga mängder koloxid. Salomon (J. pr. Ch. [2] 5. 479) har begagnat sig af densamma för framställning af ren gas. För detta ändamål leder han gasblandningen genom alkoholiskt kali, hvarvid det Benderska saltet utkristalliserar, hvilket sedan sönderdelas med saltsyra.

Huruvida sönderdelningsprodukterna af den fria etersyran äro uteslutande koloxysulfid och alkohol lemnar jag derhän. Den utvecklade gasen har emellertid på så sätt erhållen en för densamma främmande obehaglig lukt, som liknar Xanthogensyrans och derför antagligen härrör från osönderdelad monothiosyra som medföljer koloxysulfiden. Då saltet dessutom genom sin lätta söderdelbarhet är svårt att erhålla fullkomligt rent, så kan väl ifrågasättas möjligheten att genom denna förening erhålla koloxysulfid fullkomligt fri från alla föroreningar. Metoden kostar betydligt arbete och är dessutom besvärlig, derigenom att det utkristalliserade Benderska saltet lätt tillstoppar ledningsröret. Vill man utgå från någon förening af koloxysulfid för framställningen af densamma i ren form, så är monothiokarbaminsyrad ammoniak, framställd genom att leda koloxysulfid i alkoholisk ammoniak, lämpligare än etylthiokolsyradt kali. Om detta salt, som kristalliserar väl och är olösligt i alkohol, löses i vatten och en utspädd syra tillsättes, så sönderdelas den frigjorda thiosyran uteslutande

---

[1]) Bihang till Vet.-Akad. Handl. Band. 9. N:o 11.

i koloxysulfid och ammoniak, utan att ett spår af den fria thiosyran finnes kvar i lösningen. Detta kan man lätt påvisa medelst jodlösning. Försättes en lösning af thiokarbaminsyrad ammoniak med jodlösning, så affärgas denna hastigt under utfällning af svafvel. På 1 m. thiokarbaminsyrad ammoniak åtgår precis 1 at. jod. Surgör man med en syra först, innan joden tillsättes, så affärgas deremot icke en enda droppe jodlösning, ifall denna icke är alltför utspädd. Är detta deremot fallet och jodlösningen tillsättes skyndsamt efter syran, så kan man iakttaga att en eller högst ett par droppar jodlösning ($^1/_{10}$ normal) verkligen affärgas. Den fria thiosyran sönderdelas sålunda ytterst hastigt och fullständigt. Då vidare, på sätt som längre fram skall anges, hvarken svafvelväte ej heller kolsvafla i minsta spår härvid uppträda, måste som nämndt syrans enda sönderdelningsprodukter vara koloxysulfid och ammoniak. Saltet kan emellertid icke omkristalliseras och icke länge förvaras. Gasen kan derför på detta sätt erhållas ren endast under förutsättning, att den i alkoholisk ammoniak uppfångade koloxysulfiden var fullkomligt fri från andra deri absorberbara gaser, specielt svafvelväte och kolsvafla. Framställes koloxysulfid af koloxid och svafvel, så äger detta rum endast för så vidt hvarje spår af fuktighet och luft äro utestängda.

Den enda af denna gasens öfriga kända bildningssätt, som praktiskt kan vara användbart är af alkalirhodanider och var det äfven häraf som THAN egentligen framställde sin gas. Hans föreskrift lyder sålunda (Ann. Ch. Pharm. Spl. 5. 245).

»Man trägt in ein erkaltetes Gemisch aus 5 v. conc. Schwefelsäure und 4 v. Wasser so viel gepulvertes Schwefelcyankalium ein, dass die Masse flüssig bleibt. Die Entwickelung des Gases stellt sich von selbst ein; sollte diese zu stürmisch sein, so kühlt man den Kolben mit kaltem Wasser ab. Sollte dagegen später die Entwickelung nachlassen, so braucht man nur den Kolben mit einer Gaslampe auf einige Augenblicke zu berühren und zeitweise tüchtig zu schütteln. Auf diese Art lässt sich ein constanter und ruhiger Gasstrom erhalten. Da das Gas ausserdem eine Spur von Blausäure, Wasserdampf und Schwefelkohlenstoff enthält, muss man es durch drei U-förmige Röhren leiten, von welchen die erste mit feuchtem Quecksilberoxyd eingeriebene Baumwolle, die zweite in möglichst kleine Splitter

zerschnittenes Cautschuk, die dritte Chlorcalcium enthält. Das so gereinigte Gas wird über Qvecksilber gesammelt.»

Kautschuken har sedermera HOFMANN (B. B. 2, 74) ersatt med en eterisk trietylfosfinlösning.

Såsom af mina undersökningar öfver syrors inverkan på rhodanväte framgår, kan reaktionsförloppet vid svafvelsyrans inverkan på rhodanvätet gå i trenne väsendtligt olika rigtningar. En gång kan reaktionen väsendtligen ge upphof till persulfocyansyra och cyanväte, en annan gang åter kan hufvudmängden af sulfocyanvätet öfvergå i koloxysulfid och ammoniak. Under vissa förhållanden åter kan såsom hufvudprodukt erhållas thiokarbaminsyra, dess sulfid och bisulfid. De orsaker som betinga det ena eller andra reaktionsförloppet är förhållandet mellan mängderna af närvarande rhodanväte, vatten och syra. Vid vissa blandningsförhållanden kan äfven den rådande temperaturen utöfva inflytande på reaktionsförloppet.

Såsom af föregående undersökning framgår kan reaktionsförloppet vid svafvelsyrans inverkan på rhodankalium eller rhodanammonium gå i tvenne väsendtligt olika rigtningar, beroende på förhållandet mellan rhodanvätet och svafvelsyran samt den senares concentration. För att icke en betydlig del af rhodanvätet skall öfvergå i persulfocyansyra och cyanväte är det nödvändigt både att svafvelsyran finnes i stort öfverskott äfvensom att syran och rhodanalkaliet hastigt blandas. Å den andra sidan är det äfven nödigt att syrans concentration ej är allt för stor, i hvilken händelse en betydlig del rhodanväte öfvergår i dithiokarbaminsyra resp. dess sulfider och kolsyra.

Man inser nu lätt att THANS metod vid framställningen af koloxysulfid: att sätta rhodankaliet i fast form till syran, icke kan vara lämpligt, då rhodanvätet dervid icke så hastigt kan blandas med syran, som om man använder detsamma i lösning. Vidare är den använda syrans concentration högre än lämpligt är för koloxysulfidbildningen. Slutligen afhänger reaktionsförloppet i hög grad af, huru mycket rhodankalium tillsättes. Man kan i sjelfva verket förfara enligt THAN och väsendtligt erhålla som resultat endast persulfocyansyra, äfvensom man kan erhålla som hufvudprodukt thiokarbaminsyra och dess sulfider. Sätter man rhodanalkalit i små portioner i sender och under kraftig omskakning och god afkylnir

till svafvelsyra af samma concentration som THAN anger, så blir massan snart hvit, tjockflytande och skummande af utkristalliserade sulfider af nämda thiokarbaminsyra. Sätter man åter rhodanalkalit i större portioner eller på en gång till syran, så inträder i regeln alla tre reaktionerna, hvartill äfven polymerisationer kunna sälla sig. Man erhåller i början en kraftig ström af koloxysulfid som dock snart aftager och i gynsammaste fall öfverföras omkring $^1/_4$-del af rhodanvätet i koloxysulfid. Sätter man åter rhodankaliet i så stor mängd till syran, att en betydligare del deraf neutraliseras dels af alkalit, dels af den vid koloxysulfidbildningen uppkommande ammoniaken, så blir den vida öfvervägande hufvudprodukten persulfocyansyra och cyanväte. Under alla hänseenden är den utveckiade gasen betydligt förorenad samt innehåller, utom de kroppar som THAN angifver, äfven 5—10 pct kolsyra.

Koloxysulfidens framställning.

Af en serie försök, hvari dels svafvelsyrans mängd i förhållande till rhodanvätet varierats, äfvensom syrans egen concentration varit olika, har framgått, att reaktionen sker renast enligt formeln: $HSCN + H_2O = COS + H_3N$, om till *en kallnad blandning af 290 cc. eller 520 gr. engelsk svafvelsyra och 400 cc. vatten sättes 50 cc. af en vid vanlig temperatur mättad rhodanammoniumlösning.* Blandningen färgas intensivt röd, hvilken färg efter en kortare tid försvinner och lemnar plats för en gulaktig. Vid vanlig temperatur utvecklas gasen mycket långsamt. Vid 20° börjar en regelmässig gasström af koloxysulfid att utvecklas, som vid 23—25° har en normal hastighet. Vid 30° är gasutvecklingen starkare, än för de flesta ändamål kan vara lämpligt. Man sätter derföre gasutvecklingskolfven i vatten af 25° och håller det vid denna temperatur antingen medelst en liten gaslåga, eller genom att då och då tillsätta något varmare vatten. Mot slutet, då gasutvecklingen blir långsammare, höjes temperaturen till 30°. När gasutvecklingen äfven vid denna temperatur blir för långsam, skakas kolfven några gånger, då större delen af hvad som varit löst af gasen i vätskan äfven utvecklas. Återstoden i kolfven innehåller omkring 1 gr. rhodanväte, som icke sönderdelats. Dessutom har en ringa mängd af en gulaktig fällning så småningom

bildats. Denna utgör en blandning af persulfocyansyra och thiokarbaminsyrans sulfider.

En vid vanlig temperatur mättad lösning af rhodanammonium har en v.v. af 1,138. 50 cc. deraf innehåller 34,58 gr. rhodanammonium, som motsvara 26,845 gr. rhodanväte. En vid vanlig temperatur mättad lösning af rhodankalium har en v.v. af 1,41. 50 cc. deraf innehåller 47,918 gr. rhodankalium eller 29,11 gr. rhodanväte. Lika volumer mättade lösningar af rhodanammonium och rhodankalium innehålla sålunda temligen samma mängder rhodanväte. Proportionerna kunna sålunda vara desamme, vare sig rhodanammonium eller rhodankalium användes.

Under användande af ofvannämnde proportioner erhålles af 50 cc. rhodanammoniumlösning:

20,0 gr. koloxysulfid,
0,5 gr. kolsyra,
0,2 gr. thiokarbaminsyra,
3,0 gr. persulfocyansyra och thiokarbaminsyrans sulfider,
0,1 gr. kolsvafla,

hvarförutom 1 gr. rhodanväte förblir sönderdeladt.

Häraf beräknas att 75 pct af rhodanvätet öfvergår i koloxysulfid och ammoniak.

De använda proportionerna motsvara i det närmaste 1 m. rhodanammonium + 12 m. svafvelsyra + 53 m. vatten. 10 cc. mer eller mindre svafvelsyra än här är angifvet, under bibehållande af öfriga proportioner, åstadkomma föga ändring i resultatet. I förra fallet består den bildade fällningen hufvudsakligen af thiokarbaminsyrans bisulfid, i sednare af persulfocyansyra.

Använder man samma mängd svafvelsyra men af ökad concentration, så ökas fällningen (thiokarbaminsyrans sulfider) i kolfven samt halten af kolsyra i den utvecklade gasen och följaktligen minskas utbytet af koloxysulfid. Man kan öka concentrationen till det dubbla, utan att relationen i öfrigt ändras. Om en kallnad blandning af 290 cc. svafvelsyra och 200 cc. vatten försättes med 50 cc. rhodanammoniumlösning, så inträder genast en ymnig hvit fällning och en synnerligen kraftig gasutveckling börjar. Afkyles innehållet till 20 högst 25°, så fortfar en jemn utveckling af gas, så länge rhodanväte finnes kvar, hvarvid denna temperatur af sig sjelf uppehålles. Man lider emellertid på så sätt en betydlig förlust

af gas, innan den vid blandningen uppkommande höga temperatur hunnit sänkas, äfvensom en betydlig del rhodanväte åtgår till den nämnda fällningen, oafsedt att gasen innehåller betydliga mängder kolsyra, omkring 15—20 pct.

Sänkes åter mängden af svafvelsyra under det här angifna, så förlångsammas sönderdelningen af rhodanvätet, äfvensom en större mängd deraf blir intakt; allt under förutsättning, att concentrationen blir oförändrad. Ökas denna åter, så öfvergår lätt en betydlig del i persulfocyansyra.

Saltsyra kan äfven användas vid framställningen af koloxysulfid. Begagnas samma proportioner som vid användningen af svafvelsyra befunnits mest passande, under iakttagande af att 1 m. svafvelsyra ersättes af 1 m. (50 cc. rhodanammoniumlösning, 600 cc. 30 procentig saltsyra), så inträder vid upphettning till 40° en långsam ström af koloxysulfid, men denna aftar snart, hvarför detta blandningsförhållande icke är lämpligt. Intensivare verkar deremot saltsyra af 1,2 v.v. (40 procentig), som man lätt erhåller genom att vid vanlig temperatur mätta saltsyra med klorvätegas. 50 cc. af en mättad rhodanammoniumlösning sättes i små portioner åt gången och under kraftig omskakning till 300—350 cc. dylik saltsyra. Samtidigt afkyles kolfven med en ström kallt vatten. Det väsendtliga är härvid blandningen. Sker icke denna hastigt nog, kan man här och der iakttaga skarpt begränsade gula fläckar i den eljest snöhvita massan. De partiklar, som derföre skakas upp i flaskhalsen, blifva i regeln gula. Salmiak utfälles af den starka syran. Om afkylningen afslutas när blandningen har en temperatur af 20—25°, så fortsättes sedermera koloxysulfidutvecklingen utan vidare tillförande af värme, så länge något rhodanväte finnes kvar. Betydliga mängder af thiokarbaminsyrans sulfider bildas, hvarför den utvecklade koloxysulfiden innehåller omkring 20 pct kolsyra. Man erhåller 10—11 gr. koloxysulfid af 50 cc. rhodanammoniumlösning.

Koloxysulfidens rening.

Såsom nämndt är innehåller den utvecklade koloxysulfiden såsom föroreningar små mängder kolsvafla, mer eller mindre kolsyra, fugtighet och spår af rhodanväte. Filtrerpapper, doppadt i jernkloridlösning, färgas mycket svagt af den utvecklade gasen.

Det är på förhand gifvet att endast alkalier kunna aflägsna särskildt den kropp, som i största mängd förorenar gasen, nemligen kolsyra.

Öfver koloxysulfidens förhållande till alkalier anför THAN följande (loc. cit.): »Kaliumhydrat sowie alkalische Metallhydrat überhaupt absorbiren das Gas etwas langsamer aber eben so vollständig wie die Kohlensäure».

Jag antog på grund häraf att de egentliga alkalierna icke kunde tjena till att skilja kolsyran från koloxysulfiden.

Den i handeln förekommande natronkalken absorberar kolsyra i början någorlunda raskt. Denna förmåga aftar dock hastigt. Redan efter några decigrams absorbtion, är den icke mera fullständig, när kolsyran ledes blåsa för blåsa genom ett dermed fyldt rör och absorbtionen blir synnerligen långsam, om absorbtionsröret under genomledningen hålles afkylt med vatten. På samma sätt förhåller sig en blandning af kalk och glaubersalt. Natronkalk, som jag sjelf beredt af marmorkalk, absorberade intensivt kolsyra, ifall röret som dermed är fyldt icke under genomledningen hålles afkyldt. Absorbtionen sker under så stark värmeutveckling, att man knappast kan vidröra glaset med handen. Under sådana förhållanden var det tydligt, att det icke kunde användas till att skilja koloxysulfid från kolsyra, som också bekräftades genom försök. Hålles åter röret afkylt, så är kolsyreabsorbtionen mycket långsam. Torkadt barythydrat och derefter något fugtadt absorberar kolsyra intensivt, såsom jag för flere år sedan har varit i tillfälle att konstatera (B. B. 1876, 174). Försök visade emellertid, att barythydrat äfven absorberade koloxysulfiden ganska raskt. Det var emellertid med barythydrats tillhjelp, jag först kunde konstatera kolsyrehalten hos den utvecklade koloxysulfiden.

Det återstod sålunda endast alkalierna och till min stora förvåning visade sig kalihydrat af samma concentration, som användes vid absorbtionen af kolsyra vid organiska förbränningar (1 d. kalihydrat på 2 d. vatten) särdeles lämpligt att frånskilja kolsyran. Särskildt anställda försök med ren koloxysulfid utvisa, att 100 gr. kalilösning vid genomledning af koloxysulfid blåsa för blåsa absorberar endast 0,1—0,2 gr. koloxysulfid per timme.

Ledes den utvecklade koloxysulfiden genom en tvättflaska med ofvannämda kalilösning, som der intar ett omkring

20 c.m. högt lager, så är absorbtionen af kolsyra fullständig, ifall gasutvecklingen icke är alltför rask.

Af koloxysulfiden absorberades deremot icke mer än 7,5 pct. Genom att sålunda leda den utvecklade gasen genom kalilösning erhåller man den fri från alla föroreningar med undantag af den ringa mängd kolsvafla som åtföljer densamma, en halt så ringa, att man alldeles kan se bort derifrån, ifall icke gasen för särskilda ändamål skall vara absolut ren.

A. W. Hofmann, fosfinernas upptäckare, har äfven påvisat den starka frändskap, som eger rum mellan kolsvafla och trietylfosfin, hvars resultat är som bekant en praktfullt rödfärgad, väl kristalliserad kropp. Med dess tillhjelp påvisade han äfven kolsvafla i den enligt Than renade koloxysulfiden. För detta ändamål fyllde han ett temligen långt rör med bomull, som han genomdränkte med en eterlösning af trietylfosfin.

»Nachdem das Gas einige Zeit durch die mit Triæthylphosphin getränkte Baumwolle getrieben war, hatten sich die dem Eintritt desselben zunächst liegenden Schichten intensiv roth gefärbt; diese Färbung wurde in den weiter liegenden Schichten schwächer und schwächer; über die Mitte hinaus war sie nicht mehr wahrnehmbar».

Vid mina försök öfver trietylfosfins absorbtionsförmåga af kolsvafla har jag iakttagit, att den aftar högst betydligt med fosfinens utspädning vare sig med eter eller alkohol. Jag tviflar derföre icke på, att absorbtionen i Hofmanns rör skedde egentligen endast i den mån etern afdunstade och gasen kom i beröring med fosfinen i rent tillstånd eller åtminstone i en mycket conc. lösning. För framställningen af ren gas vore en eterlösning dessutom icke lämplig, då gasen derigenom naturligtvis betydligt förorenades af eter. Den rena trietylfosfinen absorberar kolsvafla med stor energi. Vid måttligt stark ström är absorbtionen af kolsvafla i sjelfva verket fullständig. Om man låter gasen passera genom en mycket liten flaska, i hvilken fosfinen intar ett eller högst ett par centimeter högt lager. Absorbtionens fullständighet kan lätt iakttagas derpå, att fosfinen i en andra liknande flaska icke färgas röd eller att gasen uppsamlad i en ballong icke ger spår af kristaller med en med dessa mättad ren trietylfosfin. Den utträdande gasen får emellertid fosfinens starka lukt, hvilken åter kan beröfvas densamma genom att låta den passera en

tvättflaska med ren conc. svafvelsyra. Den vanliga engelska svafvelsyran är härtill icke lämplig. Den blir något blackig och den utträdande gasen innehåller spår af en gas som hastigt affärgar jodstärkelse. Dess förhållande till blysockerlösning tyckes ange att den bildade föroreningen är svafvelväte. Den rena conc. svafvelsyran förblir deremot fullkomligt blank i beröring med gasen och i den utträdande koloxysulfiden har icke hvarken svafvelväte eller svafvelsyrlighet kunnat påvisas, äfven efter att gasen har varit i beröring med syran ett helt dygn.

Under vanliga förhållanden är det sålunda tillräckligt för gasens rening att låta den passera en tvättflaska med conc. kalihydrat (1 d. kali på 2 d. vatten). Absolut ren erhåller man densamma genom att först låta den passera kalilösning, sedan en liten flaska med trietylfosfin och slutligen conc. ren svafvelsyra.

Koloxysulfidens analytiska frånskiljande och bestämmande.

Såsom ofvan är anfördt, absorberar kalihydrat koloxysulfid ytterst långsamt och kan sålunda icke tjena till dess uppsamling i och för dess qvantitativa bestämmande. Alkoholiskt kali absorberar gasen äfven väl långsamt och det dervid bildade Benderska saltet utkristalliserar och tillstoppar lätt ledningsröret.

Berthelot (J. B. 1868, 160) anför att fast kali, fuktadt med alkohol, absorberar gasen fullständigt. Jag har äfven funnit detta vara fallet, men absorbtionsförmågan aftar mycket snart. Alkalisk bly- och ammoniakalisk silfverlösning har äfven en trög absorbtionsförmåga för denna gas (jfr Winkler, Industrigase I, s 112). Följande absorbtionsmedel har jag deremot funnit fullt motsvara sitt ändamål.

Blandar man den ofvan anförda conc. kalilösningen med alkohol till lika volumer, så absorberar denna blandning koloxysulfid fullständigt, snart sagdt huru hastig strömmen än är, utan att någon kristallisation dervid inträder. Det egendomliga förhållande eger härvid rum, att om man leder ren koloxysulfid genom en sådan blandning, så synas icke blåsorna förminskas till sin storlek under passagen genom lösningen, utan de genomgå vätskan liksom de alls icke absorberades. Det synes vara först i det ögonblick, som blåsan kommer till ytan och spricker sönder,

som absorbtionen sker. Då sker den deremot med så stor energi, att icke en enda bortgick ur en dertill fogad flaska med conc. svafvelsyra, under det en kraftig ström af 12 gr. koloxysulfid genomgick densamma. Detta försök visar tillika, att den utvecklade koloxysulfiden är fullkomligt fri från icke absorberbara gaser. Att absorbtionen sker på nämnda sätt kan förklara, hvarför innehållet i en tvättflaska, som fogas till absorbtionsflaskan, och som icke är förbunden med en kraftig aspirator ovilkorligen efter en tid suges tillbaka i kaliflaskan.

Har man en blandning af gaser, ur hvilka koloxysulfid skall frånskiljas och bestämmas, så leder man följaktligen gasblandningen genom kalilösning i jemn och långsam ström. Här absorberas alla gaser af sur karaktär. Innehåller blandningen kolsvafla, ledes den derefter genom den ofvannämnda lilla flaskan med trietylfosfin, hvarefter följa absorbtionsapparaten för koloxysulfiden. Dess vigtstillökning härrör uteslutande från denna gas. Något af denna gas absorberas emellertid äfven i den första kaliflaskan, der all dess svafvelhalt finnes såsom alkalisulfider, resp. undersvafvelsyrligt alkali. Svaflet i den förra bestämmes genom titrering med ammoniakalisk zinklösning. I ett särskildt prof bestämmes gasblandningens halt af svafvelväte, derigenom att gasen får passera en med svafvelsyra starkt surgjord lösning af kopparsulfat. Denna sönderdelar nemligen icke koloxysulfiden. Den fällda kopparsulfiden frånfiltreras i köld. Dess halt af koppar bestämmes medelst jodkalium och stärkelse. De gaser som gå fullständigt oabsorberade genom apparaten höra till de indifferenta gaserna och analyseras enligt de vanliga gasanalytiska metoderna. I en eudiometer användes samma förfaringssätt. Man absorberar först svafvelvätet med en i en kopparvitriollösning indränkt pappkula, derpå kolsyran med en i kali indränkt pappkula och slutligen koloxysulfiden med en med alkohol fuktad kalikula.

Halten af kolsyra i koloxysulfiden har jag dels bestämt genom att låta gasen passera tvenne lika kaliapparater, fylda med lika mycket kali i hvarje. Skilnaden i vigttillökningen mellan de två flaskorna efter genomledningen angifver halten af kolsyra. Äfven vigttillökningen i den första absorbtionsflaskan, frånräknadt den absorberade koloxysulfiden (bestämd genom titrering af från koloxysulfid härrörande sulfidhyrat), anger naturligtvis äfven halten af kolsyra.

Om den utvecklade koloxysulfiden innehölle cyanväte, skulle detta till en del åtminstone stanna hos kalit. Häri kunde jag dock ej påvisa denna förening. Då det emellertid lätt kan tänkas att en ringa halt af cyanväte kunde gå oabsorberad genom kalit, så absorberade jag koloxysulfid med en lösning af ammoniak i absolut alkohol, sedan kolsvafla förut blifvit aflägsnad. Man erhåller praktfulla kristaller af monothiokarbaminsyrad ammoniak. Koloxysulfiden genomleddes tills ammoniaken var nära mättad. Ifall gasen innehölle något cyanväte skulle detta äfven stanna qvar såsom cyanammonium. Med ren gas och en passande concentration på den alkoholiska ammoniaken var absorbtionen fullständig. Lösningen frånhälldes kristallerna och surgjordes med salpetersyra. Silfvernitrat åstadkom emellertid häri intet spår af fällning.

Koloxysulfidens egenskaper och reaktioner.

Då THAN haft sin koloxysulfid förorenad af betydliga mängder kolsyra och kolsvafla, så har han naturligtvis icke kunnat angifva dess egenskaper och reaktioner rigtigt.

THAN uppger om gasens lukt: »Das Gas hat einen der Kohlensäure nicht unähnlichen Geruch, der zugleich aromatisch an Harze und gewissermassen an Schwefelwasserstoff erinnert, aber nicht unangenehm ist». Man finner lätt att hvad här är angifvet äfven måste gälla om en blandning af kolsyra och kolsvafla. Den rena koloxysulfiden är fullkomligt luktlös. Vatten hvari gasen är löst saknar äfven all smak och är icke sötaktigt såsom THAN anger. Koloxysulfid i rent tillstånd är sålunda utan smak och lukt.

Dess inverkan på nervsystemet är högst märkvärdig och nära öfverensstämmande med kväfoxidulens. Inandas man en jemförelsevis ringa mängd koloxysulfid, så märkes under de första 10 sekunderna icke det ringaste. Helt plötsligt infinner sig yrsel. Man kan icke stå uppråt utan att stödja sig. En egendomlig känsla af trängsel för bröstet och susning för öronen infinner sig. Det märkvärdiga är emellertid, att trots jag flera gånger kände mig vara vanmagten ytterst nära, varade dock symptomen icke mer än högst 2 minuter, då de plötsligt försvunno lika hastigt som de kommit utan att efterlemna det ringaste spår till hufvudvärk eller andra obehagliga efterkänningar. Andra personer, som jag låtit inandas gasen, hafva erfarit precis samma symptom som jag sjelf.

Leder man den rena gasen genom en tvättflaska, innehållande en vid vanlig temperatur mättad lösning af barythydrat, så dröjer det minst en half minut innan det är möjligt att upptäcka spår till någon fällning. Man har här en reaktion, hvarigenom det är lätt att upptäcka äfven mycket små mängder kolsyra i koloxysulfiden. Leder man luft t. ex. i måttlig ström genom barytlösning, så inträder synbar fällning långt innan $^1/_2$ minuts förlopp.

Leder man den rena gasen genom en klar lösning af ättiksyrad blyoxid, så dröjer det minst $^1/_4$ timme innan man iakttager den ringaste oklarhet i blysockerlösningen. Så småningom börjar den efter denna tid blifva blackig eller gråaktig. Fällningens färg blir allt mörkare och mörkare, tills man slutligen har en svart fällning af blysulfid och karbonat på bottnen. Denna reaktion är på samma gång mycket karakteristisk för koloxysulfiden och kan tjena till att upptäcka det ringaste spår svafvelväte i densamma. Är halten deraf af någon nämnvärd mängd, så iakttager man tydligt den svarta fällningen af blysulfid som uppkommer, när glasblåsorna hinna till ytan af lösningen. Är halten af svafvelväte ytterst ringa, så iakttager man dock långt innan $^1/_4$ t. är förfluten en i olika färger skimrande hinna på ytan af lösningen.

Den känsligaste reaktion på koloxysulfid är dock jodstärkelse. Om man till en lösning af klorzink-jodzink-stärkelse, sådan den användes vid nitriters bestämmande i vatten samt ytterligare utspädd, sätter något saltsyra och ett spår jod, så att lösningen är klar och fullt genomskinligt blå, och derpå genomleder ren koloxysulfid, så åtgår minst 8 minuter, innan man kan iakttaga någon minskning i färgens intensitet. Under de nästa 10 minuterna iakttager man särdeles vackert, hurusom färgen först öfvergår i violett, derpå i rödt och slutligen försvinner. Denna reaktion på koloxysulfid är naturligen ytterst känslig men kräfver att gasen skall en längre tid vara i beröring med jodlösningen. Förutsättningen derför är emellertid att inga andra reducerande gaser finnas närvarande. Då sådana emellertid alla absorberas af alkali kan man lätt befria koloxysulfiden derifrån. Det förtjenar här omnämnas, att trietylfosfin och kolsvafla icke inverka på jodstärkelse. Försöket visar äfven att koloxysulfid endast mycket långsamt upptager vatten under bildning af kolsyra och svafvelväte, hvilken procedur med jodstärkelsens tillhjelp lätt skulle kvantitativt kunna fullföljas.

I starkt sura lösningar sker koloxysulfidens hydration alls icke. I beröring med såväl ren conc. svafvelsyra som en blandning af denna och en lika volum vatten förblir koloxysulfiden osönderdelad äfven efter beröring dermed i flera timmar. Vid koloxysulfidens uppfångande i gasform använder man derföre lämpligen i stället för kvicksilfver en blandning af lika volumer svafvelsyra och vatten. Då denna blandning icke nämnvärdt angriper huden, kan man lika bekvämt handskas med koloxysulfid som med gaser som kunna uppfångas öfver vatten.

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 9. N:o 15.

GEODÄTISCHE LÄNGENMESSUNG

MIT

STAHLBÄNDERN UND METALLDRÄHTEN

VON

EDV. JÄDERIN.

DER KÖNIGL. SCHWED. ACADEMIE DER WISS. MITGETHEILT DEN 14. MAI 1884.



STOCKHOLM, 1885.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

In der Darstellung von »En metod för geodetisk basmätning med stålband», welche ich in Öfversigt af K. Vetenskapsakademiens förhandlingar 1879 N:o 9 gegeben habe, wird über die ersten diesbezüglichen Versuche berichtet. Da diese Versuche aber weder umfassend genug waren, um aus den gewonnenen Erfahrungen die practische Anwendbarkeit der Methode beurtheilen zu können, noch die getroffenen Anordnungen sich in allem befriedigend erwiesen, indem sie bei gewissem, nicht selten eintreffendem Wetter die Ausführung der Messoperationen nicht gestatteten, wenigstens nicht ohne die Genauigkeit bedeutend zu verringern, so habe ich mich veranlasst gefunden, die Versuche in den letzten Jahren in grösserem Masstabe fortzusetzen. In dem hier folgenden Bericht über dieselben habe ich des Zusammenhanges wegen es für zweckmässig erachtet, die Principen der Methode nochmals kurz darzustellen.

Im Handel kommen Stahlbänder von verschiedener Qualität vor. Diejenigen, welche sich zu geodätischer Messung nach der hier dargestellten Methode am besten eignen, sind etwa 13 Millimeter breit und 20 Meter oder darüber lang. Die Bänder sind in Centimeter eingetheilt, der erste Decimeter jedoch in Millimeter.

Will man ein Stahlband zum Messen auf dem Felde anwenden, wo man keine ebene Unterlage für dasselbe voraussetzen kann, so ist es, damit die Correction der gemessenen Länge mathematisch bestimmbar werde, nur an seinen beiden Endpunkten zu stützen, und zwar so, dass es frei zwischen ihnen hängt. Dazu ist an den beiden Enden eine Spannkraft erforderlich, welche mittelst einem Kraftmesser (Federwage) oder Gewichten bestimmt wird. Diese Anwendung des Bandes bedingt zwei Correctionen, eine positive (das Band verlängernde), entstanden

infolge der durch die Spannkraft bewirkten Ausdehnung des Bandes, und eine negative (den geradlinigen Abstand zwischen den beiden Endstrichen der Theilung verkürzende), bestehend aus der Längendifferenz zwischen der von dem freihängenden Bande gebildeten Curve und deren Chorda. Will man, dass das Band seine normale Länge habe, d. h. dass der geradlinige Abstand zwischen den Endstrichen ebenso gross sei wie dann, wenn man das Band, ohne es zu spannen, auf eine ebene Unterlage legt, so ist die Spannkraft so zu bestimmen, dass die Summe dieser beiden Correctionen gleich Null ist, oder gerade ebenso gross wie die Spannung, welche in den beiden Enden des Bandes entstände, würde dasselbe frei auf eine ebene Unterlage gelegt und diese dann, ausser an den beiden befestigten Enden, fortgenommen. Der Kraftmesser [1]) würde, auf diese Weise angewandt, also nur die Aufgabe haben, die ebene Unterlage zu ersetzen.

Die zu messende Linie ist besser mit dreibeinigen Stativen [2]) als mit Pfählen abzustecken, indem letztere nicht so bequem sind und auch nicht so fest stehen wie die ersteren. Auf Felsen oder auf hartem Boden, in den die Stative mit ihren Füsse nicht eindringen können, hängt man, um ihrer Stellung die nöthige Festigkeit zu geben, unter ihnen in einer Schlinge einen Stein auf. Mit Zwischenräumen, welche einige Centimeter kürzer sind als eine Bandlänge, werden die Stative in die Linie eingestellt und in sie feine Nadeln (*n*, Fig 1) gesteckt. Der Kraftmesser, an dem einen Ende des Bandes befestigt, wird angezogen, bis er die vorher bestimmte Kraft angiebt, und das Ablesen geschieht (mit Abschätzung nach Zehntelmillimetern) bei der Nadel an der Millimeterscala des Bandes, während der Schlussstrich am andern Ende des Bandes an die Nadel des entsprechenden Stativs ohne irgend einen merkbaren Druck angelegt wird.

Die Länge der Linie wird berechnet mit Hinzurechnung, ausser der Summe der obengenannten Ablesungen, hauptsächlich folgender Correctionen: die constante Längencorrection des Bandes (erhalten durch Messung einer vorher in ihrer Länge

[1]) Gewichte sind bei meinen Versuchen nicht mit Erfolg angewendet worden.

[2]) Hierzu eignen sich am besten die Feldmesstative nach altem Modell, welche nach Entfernung des Oberstücks mit einem Holzcylinder (*a*, Fig. 1) enden. Letzterer ist vortheilhaft für die Einstellung des Statives in die Linie.

gekannten Linie (der »Comparationslinie»), die Reduction zum horizontalen Abstand (bestimmt durch die Abwägung der Stativzapfen) sowie schliesslich die Correction für die Temperatur, welche als derjenigen der Luft gleich angenommen wird.

Wird die Messung auf diese Weise bewerkstelligt, so ist, wie in der oben erwähnten Abhandlung bemerkt worden, zuweilen das Wetter hinderlich. Die Stahlbänder, welche gewöhnlich 13 Millimeter breit sind, bieten nämlich dem Winde, wenn sie ihm ihre Breitseite zukehren und eine Länge von 20 Meter haben, eine Fläche von ungefähr 1/4 Quadratmeter dar. Ein starker Wind bringt daher das Band in eine flatternde Bewegung und die Millimeterscala bewegt sich längs der Nadel hin und her, wodurch ein genaues Ablesen unmöglich wird. Ferner lässt es sich nicht annehmen, dass beim Sonnenschein die Temperatur des Bandes derjenigen der Luft oder des Thermometers gleich ist, weshalb ihre Bestimmung höchst unsicher wird. Die Anwendbarkeit der Methode würde sich deshalb nur auf diejenigen Fälle beschränken, wo der Himmel bewölkt ist und kein oder nur ein schwacher Wind weht.

Diesen Mängeln abzuhelfen ist, wie oben gesagt worden, eines der Ziele der fortgesetzten Versuche gewesen.

Die Einwirkung des Windes wird verringert *theils* dadurch, dass man das Band so schmal wie möglich wählt, *theils* auch dadurch, dass man die Spannkraft vermehrt. Im ersteren Falle darf aber die Durchschnittsfläche ein gewisses Minimum nicht untersteigen, damit die Streckung durch die Spannkraft nicht etwa eine allzu beträchtliche werde. Demnach ist die Breite zu verringern, die Dicke zu vermehren. Ein kreisrunder Durchschnitt ist daher der beste, mit anderen Worten: anstatt Bänder sind *Metalldrähte* anzuwenden. Im zweiten Falle, oder wenn die Spannkraft vermehrt wird, ist die Längencorrection, wie oben angegeben, durch Messung einer voraus in ihrer Länge gekannten Linie und durch Anwendung einer gleich grossen Kraft zu bestimmen. Ausserdem ist in Fällen, wo das Band nicht in seiner ganzen Länge ausgelegt wird, die zu benutzende Spannkraft am besten so zu bestimmen, dass die Längencorrection der Länge proportional ist.

Um die Temperatur unter allen Verhältnissen sicher bestimmen zu können, scheint es keinen anderen Ausweg zu geben, als zwei Metalldrähte mit verschiedenen Ausdehnungscoefficien-

ten, z. B. von Stahl und Messing, zu benutzen. Wenn diese Drähte von gleicher Dicke sind, eine Oberfläche von gleicher Beschaffenheit haben (z. B., wenn beide vernickelt sind) und auf gleiche Weise angewendet werden, so ist nicht einzusehen weshalb sie für die ganze Messung — auch in der Sonne — im Mittel nicht die gleiche Temperatur haben sollten, daher solchergestalt aus den Differenzen in der Ablesung an den beiden nach einander zwischen denselben Punkten ausgestreckten Drähten die Bestimmung der Temperatur zu erhalten ist.

Bevor ich nach diesen Andeutungen zur Beschreibung der Apparate und der Darstellung der Ergebnisse der Messungen übergehe, theile ich hier eine Entwickelung der hierhergehörigen Formeln mit.

Es werden folgende Bezeichnungen angenommen:

L_0 = die normale Länge des Bandes (oder Drahtes) oder die Länge, welche es bei Ausstreckung auf ebener Unterlage ohne Spannung zeigt.

L = der gradlinige Abstand zwischen den beiden Endstrichen des zwischen den Stützen an seinen beiden Enden frei hängenden und mit der Kraft T gespannten Bandes;

g = die Gravitation,

m = die Masse einer Längeneinheit des Bandes;

ω = das Gewicht » » » ;

s = die Ausdehnung der Längeneinheit durch eine Kraft (Gewicht) gleich mit 1;

c = die Längencorrection des Bandes der Krümmung wegen;

c_1 = die Längencorrection des Bandes der Spannung wegen.

Man hat dann

$$\omega = mg$$

und gemäss *G. B.* (9) [1])

$$c = -\frac{L_0{}^3 m^2 g^2}{24 T^2}$$

sowie gemäss *G. B.* (11)

$$c_1 = s L_0 T,$$

woraus sich ergiebt:

$$L = L_0 - \frac{L_0{}^3 m^2 g^2}{24 T^2} + s L_0 T \quad \text{. . . . . (1)}$$

[1]) Mit *G. B.* (9) ist die Formel 9 in der auf der ersten Seite erwähnten Abhandlung gemeint.

Wünscht man die Kraft T_0 (die »Normalspannung») zu benutzen, welche L gleich L_0 macht, so wird

$$T_0 = \sqrt[3]{\frac{L_0^2 m^2 g^2}{24 s}} = \sqrt[3]{\frac{V^2}{24 s}}, \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (2)$$

wo V $(= \omega L_0)$ das Gewicht des ganzen Bandes bezeichnet.

Kommt nur der Bruchtheil n des Bandes zur Anwendung, und wünscht man diesen Theil gleich seiner Normallänge (oder der Länge auf ebener Unterlage ohne Spannung), so ist eine Kraft T'_0 anzubringen, welche bestimmt wird, indem man in (2) nL_0 für L_0 einsetzt, wodurch man erhält:

$$T'_0 = \sqrt[3]{\frac{n^2 L_0^2 m^2 g^2}{24 s}} = T_0 \sqrt[3]{n^2} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (3)$$

Wenn man dagegen, um die Einwirkung des Windes zu verringern, eine grössere Kraft T anwendet, so wird der Abstand L zwischen den Endstrichen grösser als L_0. Wir setzen deshalb

$$L = L_0 (1 + f)$$

oder den Correctionsfactor $f = \frac{L - L_0}{L_0}$.

Aus (1) erhält man jetzt:

$$f = -\frac{L_0^2 m^2 g^2}{24 T^2} + sT = -\frac{L_0^2 \omega^2}{24 T^2} + sT$$

$$\text{oder } f = -\frac{V^2}{24 T^2} + sT \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots (4).$$

Da ferner derselbe Correctionsfactor f gelten soll, wenn nur der Theil n des Bandes ausgelegt wird, so ist für diesen Fall eine sich aus T ergebende Kraft T' zu bestimmen. Nach (1) hat man:

$$nL_0 (1 + f) = nL_0 - \frac{n^3 L_0^3 m^2 g^2}{24 T'^2} + nsL_0 T',$$

woraus sich ergiebt:

$$f = -\frac{n^2 V^2}{24 T'^2} + sT'$$

und mit Hülfe von (4):

$$T'^3 + \left(\frac{V^2}{24 s T^2} - T\right) T'^2 = \frac{V^2}{24 s} n^2,$$

oder endlich:

$$T' = T - \frac{V^2}{24 s T^2} + \frac{V^2}{24 s} \cdot n^2 \cdot \frac{1}{T'^2}, \quad \ldots \ldots \ldots (5)$$

wo der Werth von T' durch Approximation gesucht wird.

Ist p die Senkung des Bandes in seiner Mitte unter die gerade Linie oder die Höhe des Kreissegmentes, so ist es leicht, mit Hülfe des Ausdruckes für c zu finden:

$$p = \tfrac{1}{8} \cdot \frac{L_0^2 \omega}{T} = \tfrac{1}{8} \cdot \frac{L_0 V}{T} .$$

Für 3 Stahlbänder: A, B (beide 20 Meter lang, das letztere vernickelt) und C (dem Generalstab zugehörig, nahe 30 Meter lang, aber als 20-Meterband angewendet) habe ich, den Meter als Längeneinheit und Kilogram als Gewichtseinheit angenommen, gefunden:

A . . . $\omega = 0^{kg}.01977$, $s = 0.0000\ 211 \pm 6$, $s\omega = 0.000\ 000\ 124 \pm 11$ [1])
B . . . $0\ .01898$, $0.0000\ 226 \pm 6$, 429 ± 12
C . . . $0\ .01653$, $0.0000\ 234 \pm 5$, 387 ± 8

Die Bestimmungen von s und $s\omega$ sind sowohl durch horizontale Spannung mit dem Kraftmesser wie auch durch Spannung in verticaler Richtung von einem hohen Thurme und mit Belastung der Bänder durch Gewichte geschehen. Die mittlere Temperatur betrug $+ 6°$.

Aus diesen Werthen wurde mit Hülfe von (2) erhalten:

für A . . . $T_0 = 6^{kg}.72$
» B $6\ .43$
C $5\ .80$.

Zur Beleuchtung der oben gegebenen Formeln wird hier für das Band A, welches zu Längenmessungsexperimenten benutzt wurde, folgende Tabelle mitgetheilt:

n	nL	T_0'	T'	
		$T_0 = 6^{kg}.72$, $f = 0$	$T = 10^{kg}$, $f = + 0.000\ 149$	$T = 15^{kg}$, $f = + 0.000\ 293$
0.00	0 m	0.00 kg	6.96 kg	13.65 kg
0.05	1	0.91	6.98	13.65
0.10	2	1.45	7.02	13.67

[1]) Der Werth von $s\omega$ ist von der Durchschnittsfläche des Bandes unabhängig und sollte daher für alle drei Bänder übereinstimmend ausgefallen sein. Die Abweichung bei C beruht darauf, dass der Stahl in diesem Bande von anderer Beschaffenheit ist als in den übrigen Bändern, welche aus einem anderen Fabrikationsorte stammen.

n	nL	T_0' $T_0 = 6^{kg}.72$ $f = 0$	T' $T = 10^{kg}$ $f = + 0.000\,149$	 $T = 15^{kg}$ $f = + 0.000\,293$
0.15	3^m	1.88^{kg}	7.10^{kg}	13.69^{kg}
0.20	4	2.30	7.20	13.71
0.25	5	2.67	7.32	13.75
0.30	6	3.01	7.45	13.79
0.35	7	3.34	7.60	13.84
0.40	8	3.65	7.77	13.90
0.45	9	3.95	7.94	13.96
0.50	10	4.24	8.11	14.03
0.55	11	4.51	8.30	14.11
0.60	12	4.78	8.48	14.19
0.65	13	5.05	8.67	14.28
0.70	14	5.30	8.86	14.37
0.75	15	5.55	9.05	14.47
0.80	16	5.79	9.24	14.57
0.85	17	6.03	9.43	14.67
0.90	18	6.27	9.62	14.78
0.95	19	6.50	9.81	14.89
1.00	20	6.72	10.00	15.00

Ist die Länge L_0 durch Messung der Comparationslinie mit Anbringung der Kraft T_0 bestimmt, so kann man zwar nach der jetzt dargestellten Formel die Länge, welche durch die Kraft T entsteht, mittelst Berechnung des Correctionsfactors f finden, aber, wie schon gesagt worden, es dürfte vorzuziehen sein, das Band mit Anwendung dieser Kraft von neuem mit der Linie zu vergleichen.

Was die störende Einwirkung des Windes anbelangt, so äussert sich dieselbe, wie oben erwähnt worden, in einer flatternden Bewegung des Bandes, welche das Ablesen erschwert. Wird diese Störung dagegen als eine constante Verschiebung oder Seitenbiegung gedacht, so kann der Betrag derselben nach der Gleichung (1), in welcher die Grösse g gegen eine andere, die Windstärke repräsentirende, auszutauschen ist, berechnet werden. Daraus würde sich ergeben, dass die fragliche Störung proportional ist dem Quadrate der Kraft des

Windes, und umgekehrt proportional dem Quadrate der Spannkraft. Aber die Kraft des Windes ist proportional der Fläche, welche das Band dem Winde darbietet, woraus sich ergiebt, dass, zur Vermeidung der fraglichen Schwierigkeiten der Uebergang zu Drähten von wesentlicher Bedeutung sein muss. Diese haben sich auch, wie aus den Messungsergebnissen hervorgeht, in dieser Hinsicht vollkommen unempfindlich gezeigt.

Finden die Messoperationen unter anderen Breiten oder in einer anderen Höhe über der Erdoberfläche statt, und ist daher die Gravitation eine andere als dort, wo die Comparationslinie belegen ist, so muss man, um den Einfluss der Gravitation auf die Ergebnisse der Messung berechnen zu können, zwei verschiedene Fälle unterscheiden, nämlich

1. wenn die Spannung der Drähte mit einer Federwage oder
2. » » » » » mit Gewichten geschicht.

1. In diesem Falle ist die spannende Kraft unverändert, das Gewicht des Bandes oder des Drahts aber an den beiden Orten verschieden. Ist die Länge des Drahtes mit der auf der Comparationslinie benutzten Kraft T gleich L gefunden und ist auf der Arbeitslinie dieselbe Spannkraft T angewendet so ist nach (1) der gradlinige Abstand L' zwischen den Endstrichen bestimmt durch die Gleichung

$$L' - L = \frac{L_0^3 m^2 g^2}{24 T^2}\left(1 - \frac{g'^2}{g^2}\right),$$

wo mit g und g' die Gravitation auf der Comparations- und der Arbeitslinie gemeint ist. Diese Gleichung kann auch geschrieben werden:

$$L' - L = \frac{L_0 V^2}{24 T^2} \frac{g + g'}{g^2} (g - g'),$$

oder mit hinreichender Annäherung:

$$L - L = \frac{L_0 V^2}{12 T^2} \frac{g - g'}{g} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

2. Geschieht die Spannung mittelst Lothen, so ändert sich sowohl das Gewicht der Lothe wie auch dasjenige des Bandes oder Drahtes. Ist die Masse des Lothes M, so ist sein Gewicht

(in der Formel (1) von T repräsentirt) an beiden Stellen gleich Mg und Mg'. Man erhält dann:

$$L' - L = - sL_0 Mg\left(1 - \frac{g'}{g}\right),$$

oder:

$$L' - L = - sL_0 T \frac{g - g'}{g} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

In Betreff der numerischen Beträge siehe S. 15.

Beschreibung der Instrumente.

Bei den Längenmessungen sind hauptsächlich Drähte benutzt worden und die Stahlbänder nur dann zur Anwendung gekommen, wenn der Abstand zwischen zwei Punkten (oder Stativen) nicht die Länge eines Drahts hatte. In solchen Fällen war man nämlich zu ihrer Anwendung gezwungen, indem man die Drähte nicht in ihrer ganzen Länge mit einer Scala hatte versehen können.

Die Drähte werden, wie bereits gesagt, paarweise angewandt, nämlich ein Draht von Stahl und einer von Messing. Zu den Stahldrähten sind dicke Pianosaiten als ein passendes Material befunden worden. Der Messingdraht ist wiederholt durch das Zieheisen gegangen, wodurch er eine möglichst grosse Dehnbarkeit erhalten hat. Bei der Wahl des Drahtes hat man darauf zu achten, dass derselbe nicht der Länge nach gespalten ist, welcher Fehler, obschon für das Auge unsichtbar, sich dadurch offenbart, dass der Draht beim Kalthämmern sich in zwei Theile theilt.

Sollen die Drähte zusammengelegt werden, muss man den einzelnen Ringen die Weite geben, welche sie, sich selbst überlassen, annehmen, damit die Längen nicht durch Verbiegung eine bleibende Veränderung erleiden. Das Auswickeln und Zusammenlegen der Drähte muss mit der grössten Vorsicht geschehen und bei ihrer Anwendung besonders darauf geachtet werden, dass keine Verknotung entstehe. Ist eine solche entstanden, so ist der Draht nach Ausgleichung derselben erst

dann wieder anwendbar wenn die Längencorrection von Neuem bestimmt worden. Ferner ist zu bemerken, dass, wenn irgendwo eine kleine Unebenheit sich auf dem Draht befindet, der von derselben herrührende Längenfehler bei gleicher Spannung immer gleich ist. Die Gefahr vor derartigem Missgeschick ist jedoch, wie die Erfahrung an die Hand giebt, bedeutend geringer als man geneigt sein möchte anzunehmen.

Die Drähte werden an ihren beiden Enden mit 1 Decimeter langen und in Millimeter eingetheilten Scalen *s* (Fig. 2) versehen, welche an cylindrischen Messingshülsen *p* befestigt sind. Durch letztere werden die an ihren Enden *m* umwickelten Drähte geschoben und gut an sie festgelöthet. Damit sich die Drähte beim Gebrauch nicht zwirnen, werden sie mit sogenannten Carabinerhaken *r* versehen, welche ausserdem das richtige Anlegen der Scalen an die in das Stativ eingesteckte Nadel ermöglichen, sodass die Theilstriche an der Spitze der Nadel auslaufen.

Von 10 bisher (von dem Mechaniker Fr. J. Berg in Stockholm) angefertigten Drähten sind 8 wiederholt auf der in dem Folgenden beschriebenen Comparationslinie untersucht worden. Alle diese Drähte haben eine Länge von 25 Meter. Auf diese Länge wurde ich durch die Nothwendigkeit hingewiesen, nemlich um die Drähte auf die 100 Meter lange Comparationslinie so und so viele Male ganz auslegen zu können. Sonst würden Drähte von 30 Meter oder mehr anwendbar sein.

Das Drahtpaar A, B ist seit dem März des Jahres 1882, das Paar C, D seit dem April, das Paar E, F seit dem September desselben Jahres und das Paar M, N seit dem April 1883 in Anwendung gewesen. Die Ursache, weshalb ich so viele Drähte angewandt habe, ist in dem Bestreben zu suchen, theils in Erfahrung zu bringen, welcher Diameter der geeignetste ist, theils eine ausgesprochene Befürchtung für eine continuirliche Längenveränderung der Drähte bestätigt oder auch wiederlegt zu erhalten.

Sämmtliche Drähte sind vernickelt.

Für A (von Stahl) und B (von Messing) ist vor der Vernickelung bestimmt worden:

für A .... $\omega = 0^{kg}.01459$,
» B .... $0\ .01624$

und nach der Vernickelung:

für A .... $\omega = 0^{kg}.01469$,

» B .... $0\ \ .01629$ [1]).

Ebenso sind durch Spannung mit der Federwage bei einer Temperatur von + 1° erhalten worden:

für A... $s = 0.0000\,2799$, $s\omega = 0.000\,000\,411$ [2])

» B... $0.0000\,5769$, $0.000\,000\,940$

Da die Drähte, was mit den Stahlbändern nicht der Fall ist, stets in ihrer ganzen Länge angewendet werden, so ist es von geringer Bedeutung, ob man diese Quantitäten kennt oder nicht, wenn auch eine, wenigstens genäherte, Kenntniss derselben zuweilen nothwendig sein dürfte. Eine solche Kenntniss ist zu erlangen, wenn man annimmt, dass für dasselbe Metall ω proportional ist der Durchsnittsfläche oder dem Quadrat des Durchmessers ($= \alpha d^2$ wenn α eine Constante und d den Durchmesser bezeichnet), sowie dass $s\omega$ constant und s also umgekehrt proportional ist dem Quadrat des Durchmessers $\left(\text{und} = \frac{\beta}{d^2}\right)$. Für A ist der Durchmesser $1^{mm}.53$ und für B $1^{mm}.57$. Wird α in Milimetern ausgedrückt, so ergiebt sich hieraus:

			Log.
für den Stahl:	$\alpha = 0^{kg}.00\,6275$;	$\omega = \alpha d^2$	[7.7976]
	$\beta = 0^{m}.0000\,655$;	$s = \frac{\beta}{d^2}$	[5.8162]
für den Messing:	$\alpha = 0^{kg}.00\,6609$	....	[7.8201]
» »	$\beta = 0^{m}.000\,1422$	....	[6.1529]

Aus diesen beiden Werthen für α wird das specifische Gewicht 7,99 für Stahl und 8,41 für Messing hergeleitet.

Nachdem der Diameter der übrigen Drähte bestimmt worden, ergeben sich für die übrigen Grössen die hier unten folgenden approximativen Werthe.

---

[1]) Wenn aus irgend einer Ursache ω und also auch V eine Veränderung erleidet (z. B. durch Abnutzung des Nickels oder durch erneuerte Vernickelung), so ändert sich auch die Correction c, und man erhält dann

$$dc = -\frac{L_0 l}{12 T^2} \cdot dV.$$

Ändert sich auch s, so ist

$$dc_1 = + L_0 T ds.$$

Man sieht also, dass die auf diesem Wege zu befürchtenden Aenderungen der Längencorrectionen sehr klein werden.

[2]) Vergl. die Werthe auf S. 8.

Draht.		d	ω	s	sL_0	V	T_0	T	p
		mm	kg			kg	kg	kg	m
A	Stahl	1.53	0.01469	0.0000 2799	0.000 700	0.367	5.85	10	0.11
B	Mess.	1.57	0.01629	0.0000 5769	0.001 442	0.407	4.92	10	0.13
C	Mess.	1.52	0.0153	0.0000 616	0.001 54	0.38	4.6	10	0.12
D	Stahl	1.51	0.0143	0.0000 287	0.000 72	0.36	5.7	10	0.11
E	Stahl	2.04	0.0261	0.0000 157	0.000 39	0.65	10.4	10	0.20
F	Mess.	2.02	0.0270	0.0000 349	0.000 87	0.67	8.2	10	0.21
M	Stahl	2.66	0.0444	0.0000 091	0.000 23	1.11	17.7	15	0.23
N	Mess.	2.66	0.0468	0.0000 201	0.000 50	1.17	14.2	15	0.24

Man erhält leicht auf Grund von (2)

$$T_0 = d^2 \sqrt[3]{\frac{L_0^{\,2}\alpha^2}{24\beta}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

und

$$T_0 = \omega \sqrt[3]{\frac{L_0^{\,2}}{24\alpha\beta}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

An einem Draht wird d leicht ausgemessen und bei einem Bande ω ebenso leicht durch Wägen bestimmt, weshalb die jetzt gegebenen Formeln in beiden Fällen zu einer approximativen Bestimmung von T_0 dienen können. Die in der 8. Columne der obigen Tafel angeführten Werthe sind auf diese Weise erhalten worden. Die Kenntniss von T_0 ist zwar für Drähte von keinem unmittelbaren Nutzen, doch wird diese Grösse hier des Vergleiches wegen mit der in der 9. Columne aufgenommen, willkürlich gewählten Grösse T angeführt. Um eine approximative Bestimmung von T_0 leichter zu erhalten, kann man aus (8) und (9), T_0 und ω in Kilogramm und d in Millimeter ausgedrückt, herleiten:

$L = 20^m$ Stahl $T_0 = 2.16 d^2 = 344\omega$; Messing $T_0 = 1.72 d^2 = 261\omega$
$L = 25^m$ » $T_0 = 2,50 d^2 = 399\omega$; » $T_0 = 2.00 d^2 = 303\omega$

Wird mit den in der Tafel gegebenen Werthen und den Gleichungen (6) und (7) der Einfluss der variirenden Stärke der Erdattraction berechnet, so erhält man die folgenden, mit dem Factor $\frac{g - g'}{g}$ zu multiplicirenden, Grössen:

1. *Spannung mit der Federwage.*

A	B	C	D	E	F	M	N
$+2^{\mathrm{mm}}.8$	$+3^{\mathrm{mm}}.5$	$+3^{\mathrm{mm}}.0$	$+2^{\mathrm{mm}}.7$	$+8^{\mathrm{mm}}.8$	$+9^{\mathrm{mm}}.4$	$+11^{\mathrm{mm}}.4$	$+12^{\mathrm{mm}}.7$

2. *Spannung mit Lothen.*

A	B	C	D	E	F	M	N
$-7^{\mathrm{mm}}.0$	$-14^{\mathrm{mm}}.4$	$-15^{\mathrm{mm}}.4$	$-7^{\mathrm{mm}}.2$	$-3^{\mathrm{mm}}.9$	$-8^{\mathrm{mm}}.7$	$-3^{\mathrm{mm}}.5$	$-7^{\mathrm{mm}}.5$

Der Factor $\frac{g-g'}{g}$ ist im Maximum 0,0052, weshalb als Maximiwerth für die fragliche Correction sich für den Draht N im ersteren Falle $0^{\mathrm{mm}}.066$ und für den Draht C im letzteren Falle $0^{\mathrm{mm}}.080$ ergeben.

Die Drähte A, B und C, D haben sich leicht handtirlich, die dicksten Dräthe (M, N) dahingegen ziemlich unbequem erwiesen. Die letzteren erhielten eine bedeutendere Dicke. um sie für die dünneren Drähte, falls die Länge derselben eine Veränderung erleiden sollte, als Normalen verwenden zu können. indem sich nämlich annehmen liess. dass sie sich weniger verändern würden als jene.

Für die Reduction auf horizontalen Abstand beim Messen mit Drähten von 25 Meter Länge wird folgende Tabelle mitgetheilt. Dieselbe ist berechnet nach der Formel

$$K = \frac{h^2}{2L} + \frac{h^4}{8L^3} + \frac{h^6}{16L^5} + \dots \qquad (10)$$

in welcher K die fragliche, stets negative Correction, L die Länge der Drähte und h die durch Abwägung ermittelte Höhendifferenz (ohne Berücksichtigung der Zeichen) zwischen den Stativspitzen bezeichnet.

h	K	h	K	h	K	h	K	h	K	h	K
m	mm	m	mm	m	mm	m	mm	m	mm	m	mm
		0.13	0.3	0.21	0.9	0.29	1.7	0.37	2.7	0.45	4.1
0.00	0.0	0.14	0.4	0.22	1.0	0.30	1.8	0.38	2.9	0.46	4.2
0.04	0.0	0.15	0.5	0.23	1.1	0.31	1.9	0.39	3.0	0.47	4.4
0.05	0.1	0.16	0.5	0.24	1.2	0.32	2.0	0.40	3.2	0.48	4.6
0.08	0.1	0.17	0.6	0.25	1.3	0.33	2.2	0.41	3.4	0,49	4.8
0.09	0.2	0.18	0.6	0.26	1.4	0.34	2.3	0.42	3.5	0.50	5.0
0.11	0.2	0.19	0.7	0.27	1.5	0.35	2.5	0.43	3.7	0.51	5.2
0.12	0.3	0.20	0.8	0.28	1.6	0.36	2.6	0.44	3.9	0.52	5.4
0.13	0.3	0.21	0.9	0.29	1.7	0.37	2.7	0.45	4.1	0.53	5.6

h	*K*	*h*	*K*	*h*	*K*	*h*	*K*	*h*	*K*	*h*	*K*
m	mm	m	mm	m	mm	m	mm	m	mm	m	mm
0.53	5.6	0.90	16.2	1.27	32.3	1.64	53.8	2.01	80.9	2.38	113.5
0.54	5.8	0.91	16.6	1.28	32.8	1.65	54.5	2.02	81.7	2.39	114.5
0.55	6.1	0.92	16.9	1.29	33.3	1.66	55.2	2.03	82.6	2.40	115.5
0.56	6.3	0.93	17.3	1.30	33.8	1.67	55.8	2.04	83.4	2.41	116.4
0.57	6.5	0.94	17.7	1.31	34.3	1.68	56.5	2.05	84.2	2.42	117.4
0.58	6.7	0.95	18.1	1.32	34.9	1.69	57.2	2.06	85.0	2.43	118.4
0.59	7.0	0.96	18.4	1.33	35.4	1.70	57.9	2.07	85.8	2.44	119.4
0.60	7.2	0.97	18.8	1.34	36.0	1.71	58.6	2.08	86.7	2.45	120.3
0.61	7.4	0.98	19.2	1.35	36.5	1.72	59.2	2.09	87.5	2.46	121.3
0.62	7.7	0.99	19.6	1.36	37.0	1.73	59.9	2.10	88.4	2.47	122.3
0.63	7.9	1.00	20.0	1.37	37.6	1.74	60.6	2.11	89.2	2.48	123.3
0.64	8.2	1.01	20.4	1.38	38.1	1.75	61.3	2.12	90.0	2.49	124.3
0.65	8.5	1.02	20.8	1.39	38.7	1.76	62.0	2.13	90.9	2.50	125.3
0.66	8.7	1.03	21.2	1.40	39.2	1.77	62.7	2.14	91.8	2.51	126.3
0.67	9.0	1.04	21.6	1.41	39.8	1.78	63.4	2.15	92.6	2.52	127.3
0.68	9.2	1.05	22.1	1.42	40.4	1.79	64.2	2.16	93.5	2.53	128.3
0.69	9.5	1.06	22.5	1.43	40.9	1.80	64.9	2.17	94.4	2.54	129.4
0.70	9.8	1.07	22.9	1.44	41.5	1.81	65.6	2.18	95.2	2.55	130.4
0.71	10.1	1.08	23.3	1.45	42.1	1.82	66.3	2.19	96.1	2.56	131.4
0.72	10.4	1.09	23.8	1.46	42.7	1.83	67.1	2.20	97.0	2.57	132.4
0.73	10.7	1.10	24.2	1.47	43.3	1.84	67.8	2.21	97.9	2.58	133.5
0.74	11.0	1.11	24.7	1.48	43.8	1.85	68.5	2.22	98.8	2.59	134.5
0.75	11.3	1.12	25.1	1.49	44.4	1.86	69.3	2.23	99.7	2.60	135.6
0.76	11.6	1.13	25.5	1.50	45.0	1.87	70.0	2.24	100.6	2.61	136.6
0.77	11.9	1.14	26.0	1.51	45.6	1.88	70.8	2.25	101.5	2.62	137.7
0.78	12.2	1.15	26.5	1.52	46.3	1.89	71.5	2.26	102.4	2.63	138.7
0.79	12.5	1.16	26.9	1.53	46.9	1.90	72.3	2.27	103.3	2.64	139.8
0.80	12.8	1.17	27.4	1.54	47.5	1.91	73.1	2.28	104.2	2.65	140.8
0.81	13.1	1.18	27.9	1.55	48.1	1.92	73.8	2.29	105.1	2.66	141.9
0.82	13.5	1.19	28.3	1.56	48.7	1.93	74.6	2.30	106.0	2.67	143.0
0.83	13.8	1.20	28.8	1.57	49.3	1.94	75.4	2.31	106.9	2.68	144.1
0.84	14.1	1.21	29.3	1.58	50.0	1.95	76.2	2.32	107.9	2.69	145.1
0.85	14.5	1.22	29.8	1.59	50.6	1.96	76.9	2.33	108.8	2.70	146.2
0.86	14.8	1.23	30.3	1.60	51.3	1.97	77.7	2.34	109.8	2.71	147.3
0.87	15.1	1.24	30.8	1.61	51.9	1.98	78.5	2.35	110.7	2.72	148.4
0.88	15.5	1.25	31.3	1.62	52.5	1.99	79.3	2.36	111.6	2.73	149.5
0.89	15.8	1.26	31.8	1.63	53.2	2.00	80.1	2.37	112.6	2.74	150.6
0.90	16.2	1.27	32.3	1.64	53.8	2.01	80.9	2.38	113.5	2.75	151.7

Die Tafel erstreckt sich auf einen Höhenunterschied zwischen den Stativen bis zu 2,75 Meter, obschon eine so bedeutende Neigung (1 in der Höhe zu 9 in horizontaler Länge) nur in sehr seltenen Fällen vorkommen dürfte. Bei solchen Ausnahmefällen hat ein Abwägungsfehler von 1^{mm}, wie aus der Tafel hervorgeht, einen Längenmessungsfehler von $0^{mm}.1$ zur Folge.

Aus der Gleichung (10) erhält man durch Derivirung

$$dK = -\frac{h^2}{2L^2}dL, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

woraus hervorgeht, dass, wenn L nicht genau 25^m ist, sondern, wie gewöhnlich der Fall, von dieser Länge um einen oder ein paar Centimeter abweicht (was sich aus der Ablesung an der Scala des Drahts ergiebt), der der Tabelle entnommene Werth für die Horizontalreduction für grössere Neigungen nicht ganz richtig ist. Ist $h = 3$ Meter und $dL = + 50^{mm}$, so beläuft sich die fragliche Correction auf $-0^{mm}.36$ daher dieselbe wohl nur höchst selten in Rechnung zu ziehen sein dürfte.

Für die Berechnung von K in den Fällen, wo L nicht 25 Meter ausmacht, also beim Anwenden des Stahlbandes, mag Folgendes dienen. Setzt man in der Gleichung (10) die Summe aller *nach dem ersten* folgenden Glieder im rechten Membrum $= a$, folglich

$$K = \frac{h^2}{2L} + a,$$

so ist die Relation

$$h = \sqrt{\sqrt{8aL^3} - 2aL} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (12)$$

leicht gefunden.

Werden h und L in Metern, K aber in Millimetern ausgedrückt, so ist

$$K = \frac{h^2}{L} \times 500^{mm} + a, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (12,\ a)$$

nach welcher Formel K leicht zu berechnen ist, wenn a der folgenden Tabelle entnommen wird.

L	a: 0.05 mm	0.15 mm	0.25 mm	0.35 mm	0.45 mm
	h: m	m	m	m	m
0m	0.00				
1	0.14	0.19			
2	0.24	0.31			
3	0.32	0.42			
4	0.40	0.53			
5	0.47	0.62			
6	0.54	0.71	0.81		
7	0.61	0.80	0.91		
8	0.67	0.88	1.00		
9	0.73	0.97	1.10	1.19	
10	0.79	1.05	1.19	1.29	
11	0.85	1.12	1.28	1.39	
12	0.91	1.20	1.36	1.48	
13	0.97	1.27	1.45	1.57	1.67
14	1.02	1.35	1.53	1.66	1.77
15	1.08	1.42	1.61	1.75	1.86
16	1.13	1.49	1.69	1.84	1.96
17	1.18	1.56	1.77	1.92	2.05
18	1.24	1.62	1.85	2.01	2.14
19	1.29	1.69	1.92	2.09	2.23
20	1.34	1.76	2.00	2.17	2.31
21	1.39	1.82	2.07	2.25	2.40
22	1.44	1.89	2.15	2.33	2.48
23	1.48	1.95	2.22	2.41	2.57
24	1.53	2.02	2.29	2.49	2.65
25	1.58	2.08	2.36	2.57	2.73
26	1.63	2.14	2.43	2.65	2.82
27	1.67	2.20	2.50	2.72	2.90
28	1.72	2.26	2.57	2.80	2.98
29	1.77	2.32	2.64	2.87	3.06
30	1.81	2.38	2.71	2.95	3.14

Gewöhnlich dürften die auf die Nivellirlatten geklebten Papierscalen nicht so sorgfältig angebracht sein, dass keine merkbaren Fehler vorkommen, obschon man, wenigstens im allgemeinen, berechtigt sein kann, die Correction durch einen für das ganze Gebiet der Scala geltenden, constanten Correctionsfactor f repräsentiren zu lassen, so dass ein mit der Stange bestimmter Höhenunterschied h sein muss $h\ (1 + f)$. Aus der Gleichung (10) ergiebt sich dann, dass die Reduction K' auf horizontalen Abstand, mit Berücksichtigung der Correction der Stange, sein muss:

$$K' = \frac{h^2}{2L}(1+f)^2 + \frac{h^4}{8L^3}(1+f)^4 + \ldots\ldots$$

oder hinreichend nahe

$$K' = K(1 + 2f),$$

also auch

$$\Sigma K' = (1+2f)\,\Sigma K \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

Die beiden Enden der Drähte werden mit Kraftmessern versehen, das eine (dasjenige, an welchem die Ablesung der Drahtscala geschieht) um die erforderliche Spannung zu erzeugen, das andere nur der Gegenspannung wegen, damit das Anlegen an den Mittelstrich der Scala mit einer so geringen Kraft geschehen kann, dass gegen das Stativ kein nachtheiliger Druck ausgeübt wird (siehe die Fig. 1!). Für den letzteren Zweck ist eine Federwage von der im Handel vorkommenden Art ausreichend, dagegen ist zur Erzeugung der Spannung eine sorgfältigere Construction erforderlich. Aus diesem Grunde sind zum Feldmessen zwei Federwagen, eine kleinere und eine grössere, angefertigt worden, welche den an sie gestellten Forderungen recht gut genügen. Die erstere (bis in 11 Kilogramm getheilt) ist vor dem 20. April 1883, die letztere (bis in 15 Kilogramm getheilt) nach dieser Zeit benutzt worden. In Fig. 1 ist der grössere dieser Kraftmesser abgebildet. Zur Längenmessung bestimmte Kraftmesser werden stets zur horizontalen Spannung, nicht aber zur verticalen Wägung benutzt, was bei der Gradeintheilung der Scala selbstverständlich zu berücksichtigen ist. Die Differenz zwischen den Angaben in diesen beiden Lagen wird erhalten, wenn man zum halben Gewichte der Feder (Spirale) das Gewicht der an das untere Ende des

Kraftmessers befestigten, ihm zugehörigen Theile (b und c) addirt. Man findet übrigens leicht, dass, wenn p das ganze Gewicht des Kraftmessers, y die oben erwähnte Differenz, x die Correction bei 0^{kg} in horizontaler Richtung, a die Ablesung am Kraftmesser, wenn derselbe vertical und ohne Belastung aufgehängt, und a' die Ablesung bezeichnet, wenn der Kraftmesser verkehrt am Carabinerhaken c aufgehängt ist, so ist

$$\left.\begin{array}{l} x = \frac{p - a' - a}{2} \\ \text{und } y = \frac{p - a' + a}{2} \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (14)$$

Hier unten sind die zur näheren Beschreibung der Kraftmesser erforderlichen Zahlen mitgetheilt:

	Der alte Kraftm.	Der neue Kraftm.
Die Differenz in der Angabe für verticale und horizontale Lage	kg 0.115	kg 0.186
Der Diameter des zu einer Spirale gebogenen Stahldrahtes $= d$	mm 2.25	mm 2.62
Der äussere Diameter der Spirale	20.5	26.0
» innere » » »	16.0	20.8
Also der mittlere Halbmesser der Spirale $= R$	9.1	11.4
Federung bei 1 Kilogr. Belastung $= f$	8.34	10.14
Die Anzahl der Umläufe in der Spirale $= h$	42	39.5

Man hat hier

$$f = k.\frac{R^3 h}{d^4}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (14, a)$$

wo für Stahl k etwa 0.0073 beträgt.

Die Scalen an den beiden Kraftmessern sind in Zehntelkilogram getheilt und verstatten eine Ablesung der Hundertel durch Abschätzung mit den Augen.

Wenn bei der Messung sowohl auf der Comparationslinie wie auch auf der Arbeitslinie derselbe Kraftmesser angewandt würde und derselbe etwas fehlerhaft wäre, so würden seine Correctionen dennoch keinen Einfluss auf die Ergebnisse der Messungen ausüben, denn eine constante Correction beim Kraftmesser äussert sich auf gleiche Weise bei den Drähten, und eine Veränderung mit der Temperatur bei dem ersteren fällt mit der durch Messungen auf der Comparationslinie be-

stimmten Dilatation der Drähte zusammen. Werden dagegen die Kraftmesser bei den verschiedenen Gelegenheiten umgetauscht, so ist eine Untersuchung derselben nothwendig. Aus diesem Grunde sind die beiden in Frage stehenden Federwagen durch Wägung in verticaler Richtung Vergleichungen mit Lothen unterworfen worden. Dabei haben sich für die Wägung in verticaler Richtung folgende Correctionen ergeben:

Der alte Kraftmesser.

1883, April 24.				1884, Januar 30.		1884, Februar 3.	
Temp. = + 13°		Temp. = + 6°		Temp. = + 2°		Temp. = + 26°.	
Belast.	Corr.	Belast.	Corr.	Belast.	Corr.	Belast.	Corr.
0^{kg}	$-0^{kg}.14$	0^{kg}	$-0^{kg}.13$	0^{kg}	$-0^{kg}.115$	0^{kg}	$-0^{kg}.135$
0	−0 .14	0	−0 .13	2	−0 .14	2	−0 .195
10	−0 .14	9	−0 .18	4	−0 .17	4	−0 .245
10	−0 .15	10	−0 .11	6	−0 .21	6	−0 .30
5	−0 .20	10	−0 .10	9	−0 .17	9	−0 .27
		10	−0 .11	11	−0 .10	11	−0 .21
		9	−0 .19				
		5	−0 .19				

Der neue Kraftmesser.

1883, April 24.				1884, Januar 30.		1884, Februar 3.	
Temp. = + 13°		Temp. = + 6°		Temp. = + 2°		Temp. = + 26°	
Belast.	Corr.	Belast.	Corr.	Belast.	Corr.	Belast.	Corr.
0^{kg}	$-0^{kg}.18$	0^{kg}	$-0^{kg}.18$	0^{kg}	$-0^{kg}.19$	0^{kg}	$-0^{kg}.205$
0	−0 .18	0	−0 .18	2	−0 .19	2	−0 .20
5	−0 .18	10	−0 .14	4	−0 .17	4	−0 .21
10	−0 .18	13	−0 .13	7	−0 .15	6	−0 .205
14	−0 .14	14	−0 .11	9	−0 .16	9	−0 .215
14	−0 .14	14	−0 .11	11	−0 .13	11	−0 .20
13	−0 .17	14	−0 .11	13	−0 .12	13	−0 .19
13	−0 .16	13	−0 .14	15	−0 .09	15	−0 .18
14	−0 .13	0	−0 .18				
9	−0 .18	9	−0 .16				
10	−0 .17	10	−0 .17				
0	−0 .18	5	−0 .17				
0	−0 .19						

Für beide Instrumente sind die zwei letzten Bestimmungen das Mittel aus 2 Beobachtungsreihen.

Da die Correction (k) von der Gleichung

$$k = x + my,$$

wo m die Belastung ist und x und y Constanten sind, repräsentirt werden kann, so kann man, nachdem die in dem Vorgehenden gegebenen Differenzen zur Ablesung bei horizontaler Spannung angebracht worden sind, nach der Methode der kleinsten Quadrate erhalten für

den alten Kraftmesser bei horizontaler Spannung:

1884, Januar 30.	Temp. = + 2°	$k = - 0^{kg}.034 - 0^{kg}.0003\ m$
1883, April 24.	» = + 6°	$k = - 0\ .031 + 0\ .0005\ m$
» » 24.	» = + 13°	$k = - 0\ .036 - 0\ .0005\ m$
1884, Februar 3.	» = + 26°	$k = - 0\ .064 - 0\ .0085\ m$

und für *den neuen:*

1884, Januar 30.	Temp. = + 2°	$k = - 0^{kg}.011 + 0^{kg}.0063\ m$
1883, April 24.	» = + 6°	$k = 0\ .000 + 0\ .0045\ m$
» » 24.	» = + 13°	$k = - 0\ .001 + 0\ .0025\ m$
1884, Februar 3.	» = + 26°	$k = - 0\ .025 + 0\ .0013\ m$

Wenn hier eine Variation von x mit der Temperatur vorliegt, so ist dieselbe gleichwohl von geringer Bedeutung. Diese Grösse wird daher als constant angenommen. Dahingegen kann die Variation von y mit der Temperatur nicht verneint werden, weshalb angenommen wird:

$$y = u + vt,$$

wo t die Temperatur ist und u und v Constanten sind.

Auf diese Weise erhält man für

den alten Kraftmesser:

$$y = + 0.0021 - 0.000\,365\ t$$

$$\text{und } k = - 0.041 + (0.0021 - 0.000\,365\ t)\ m,$$

und für

den neuen:

$$y = + 0.0060 - 0.000\,197\ t$$

$$\text{und } k = - 0.009 + (0.0060 - 0.000\,197\ t)\ m.$$

Die Temperaturcorrection, welche für beide Instrumente ziemlich übereinstimmend ausgefallen ist, dürfte nicht als aller reellen Bedeutung ermangelnd anzusehen sein.

Nach Obenstehendem erhält man folgende Correctionstabellen:

Temp.	Der alte Kraftmesser bei 10^{kg}.	Der neue Kraftmesser bei 10^{kg}.	Der neue Kraftmesser bei 15^{kg}.
	kg	kg	kg
− 10°	+ 0.02	+ 0.07	+ 0.11
− 5	0.00	+ 0.06	+ 0.10
0	− 0.02	+ 0.05	+ 0.08
+ 5	− 0.04	+ 0.04	+ 0.07
+ 10	− 0.06	+ 0.03	+ 0.05
+ 15	− 0.07	+ 0.02	+ 0.04
+ 20	− 0.09	+ 0.01	+ 0.02
+ 25	− 0.11	0.00	+ 0 01
+ 30	− 0.13	− 0.01	− 0.01

Diese Correctionen müssen, um die wirkliche Spannkraft zu erhalten, selbstverständlich mit ihren Zeichen der Ablesung beigefügt werden.

Die hierauf beruhende Längencorrection der Drähte ergiebt sich aus der Differentiirung der Gl. (1), und man erhält dann:

$$\frac{dL}{dT} = \frac{L_0{}^3 m^2 g^2}{12 T^3} + sL_0 = \frac{L_0 V^2}{12 T^3} + sL_0, \quad \ldots\ldots \quad (15)$$

oder für $T = T_0$:

$$\frac{dL}{dT} = + 3\, sL_0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (15,\ a)$$

Die Gleichung (15) giebt für eine positive Correction von 1^{kg} beim Kraftmesser folgende positive Längencorrectionen der Drähte, nämlich

für die Drähte	A	B	C	D	E	F	M	N
die Correct.	$1^{mm}.0$	$1^{mm}.8$	$1^{mm}.8$	$1^{mm}.0$	$1^{mm}.3$	$1^{mm}.8$	$1^{mm}.0$	$1^{mm}.3$

Für ein zuverlässiges Ablesen an der Drahtscala ist es nothwendig darauf Acht zu geben, dass die Reibung innerhalb des Kraftmessers möglichst klein wird, und daher also auch, dass der Führer desselben in dieser Arbeit sehr geübt ist.

Die Comparationslinie.

Die in der vorgenannten Abhandlung erwähnte, bei meinen ersten Versuchen auf diesem Gebiete in dem Garten der technischen Hochschule benutzte, $105^{m}.2502$ lange Comparationslinie wurde leider bei einer in der letzteren Zeit stattgefundenen Strassenregulirung durch Ausgrabung des einen Steines zerstört. Dieserhalb wurden später (im Februar 1882, als die Erde nicht gefroren war) in demselben Garten, an den Enden einer sich längs der neuangelegten Technologenstrasse hinziehenden Allée, zwei Steine eingegraben, von denen ein jeder ungefähr 2000 Kg. wiegt; und in diese dann ungefähr 1 Decimeter lange Messingcylinder eingebohrt. In diese letzteren wurden feine Löcher gedrillt, welche die neue Comparationslinie markiren. Diese sollte genau 100 Meter lang werden, und sie wurde bei ihrer Fixirung mit einem auf der alten Linie comparirten Stahlband abgemessen. Die Steine ruhen auf festgestampften Kiesbetten und sind ungefähr 0.5 Meter tief eingegraben; über die Erde reichen sie ungefähr 0.4 Meter empor.

Die Comparationslinie ist theils im April 1882 und theils im November 1883, das erste Mal dreimal, das zweite Mal zweimal, mit dem Basismessapparat der königl. Academie der Wissenschaften gemessen worden. Da die Basisstangen zwei Toisen lang sind, geben 26 Stangen ungefähr $101^{m}.35$. Das überschiessende Stück, $1^{m}.35$, ist ein nicht allzu geringer Bruchtheil des Ganzen und musste daher mit der grössten Sorgfalt bestimmt werden. Hierzu wurde ein 2 Meter langes Lineal von Bessemerstahl benutzt, welches sorgfältig eingetheilt und zum Zwecke der Ermittelung der Längencorrection wie auch der Theilungsfehler mit dem Normalmaass des Maassjustierungs-Bureau's verglichen worden war.

Bei der ersten Messung der Linie wurde gleichwohl die bedenkliche Versäumniss begangen, dass keine Comparationen zwischen den Messtäben und dem Normalmaasse ausgeführt wurden, indem ich nemlich annahm, dass seit der letzten Comparation keine für meinen Zweck Bedeutung habende Veränderungen in der Länge der Stangen eingetreten sein könnten. Dass diese Hoffnung aber nicht berechtigt war, dürfte aus

folgender Zusammenstellung zu ersehen sein, in welcher A, B, C, D die Länge der vier Messtangen und N diejenige der Normale bei 13° Réaum. oder 16°.25 Cels. bezeichnen:

	1878 Oct. 10, 11 in Stockholm.	1882 im Herbst auf Jæderen in Norwegen.	1883 Nov. 9 und 15 in Stockholm.	
$A - N$	$+ 0^{mm}.0020$	$- 0^{mm}.0294$	$- 0^{mm}.0992$	$- 0^{mm}.0832$
$B - N$	$+ 0 \quad .0305$	$+ 0 \quad .1374$	$- 0 \quad .2492$	$- 0 \quad .2338$
$C - N$	$- 0 \quad .1272$	$- 0 \quad .2574$	$- 0 \quad .2888$	$- 0 \quad .2711$
$D - N$	$+ 0 \quad .0043$	$- 0 \quad .0861$	$- 0 \quad .1088$	$- 0 \quad .0963$
Mittel	$- 0 \quad .0226$	$- 0 \quad .0589$	$- 0 \quad .1865$	$- 0 \quad .1711$

Vor den Comparationen in Norwegen wurden von den Endflächen der Messtangen Röstflecke entfernt, wodurch die Länge der Stangen etwas geringer geworden sein muss. Dessenungeachtet war die Länge der Stange B seit der vorherigen Comparation bedeutend *gewachsen*, verminderte sich dann aber wieder um nicht weniger als $0^{mm}.38$, was eine Veränderung höchst bedeutender Art ist. Auch die Veränderungen der übrigen Stangen sind nicht unbedeutend. Ich habe diese Comparationen angeführt, um damit das geringe Gewicht zu motiviren, welches ich der im April 1882 ausgeführten Messung der Comparationslinie beilege, welche Messung, obschon das Ergebniss derselben sehr nahe mit demjenigen der im November 1883 vorgenommenen übereinstimmt, aus den im Folgenden angeführten Gründen offenbar fehlerhaft ist.

Die beiden Comparationen zwischen den Messtangen und der Normalstange, welche im November 1883 ausgeführt wurden, geschahen unmittelbar vor und nach der Messung der 100-meterlinie. Ausserdem wurde am 23. Nov. 1883 die zum Apparate gehörige Normale (die oben erwähnte, sogenannte Reisenormale) mit der stets in Stockholm befindlichen (Pulkowa-) Normale P verglichen, wobei die Längendifferenz

$$N - P = - 0^{mm}.0626$$

oder fast genau ebenso viel betrug, wie die bei früheren Comparationen erhaltenen Werthe. Bei der Berechnung der Länge der Linie wurden die in Norwegen 1882 und 1883 neubestimmten Correctionen für die Thermometer verwehrtet, welche mir, nebst anderen Angaben, freundlichst von dem Oberstlieutenant W. HAFFNER mitgetheilt worden waren.

Die Ergebnisse der Messungen mit dem Basisapparat[1]) sind:

1882. April 14.		99m.9997
» » »		99 .9989
» » »		99 .9995
	Mittel	99m.9994
1883. November 12.		100m.0003
» » »		100 .0000
	Mittel	100m.0001

Diese Bestimmungen deuten an, dass die Länge der Linie zugenommen hat. Dass eine solche Zunahme, und in Wirklichkeit von weit grösserem Umfang, in der That stattgefunden hat, geht aus der Discussion der Comparationen der Drähte auf der Linie hervor. Eine Längenvariation enthält nichts Ueberraschendes, denn die Linie wurde unter den ungünstigsten Verhältnissen markirt. Die längs der Linie neben dem Garten neu angelegte Strasse wurde nämlich im Jahre 1882 durch Aufschüttung erhöht, am nördlichen Endpunkte der Linie bis zu 2 Meter. Für diese Aufschüttung wurde eine Stützmauer aufgeführt, für deren Grundlegung bis zu einer nicht unbedeutenden Tiefe gegraben wurde. Ausserdem wurde in dieser Gegend damals eine Anzahl grösserer Gebäude aufgeführt. Hierzu kommt noch, dass die Steine und die in ihnen befestigten Messingcylinder ein paar mal Gewaltthätigkeiten ausgesetzt waren, doch ohne dass dabei ein wirklicher Schaden scheint verursacht worden zu sein, denn die Veränderung der Linie ist nicht plötzlich, sondern allmählich geschehen.

Da eine grössere Zunahme stattgefunden hat, als die oben angeführten Bestimmungen ausweisen, und da der Werth, welcher 1883 im November erhalten wurde, mit keinem wesentlichen Fehler behaftet sein kann, so muss die frühere Bestimmung einen zu grossen Werth gegeben haben. Gemäss der bei 17 Gelegenheiten in der Zeit vom 22. März 1882 bis zum 17. November 1883 ausgeführten Abwägungen ist der nördliche Punkt 0m.5853 höher gelegen als der südliche; diese Zahl hat keine den wahrscheinlichen Fehler übersteigende Veränderung erlitten.

[1]) Ausgeführt mit Hülfe von Feldmessereleven.

Die Untersuchung der Drähte und der Stahlbänder auf der Comparationslinie.

Diese Untersuchung bezweckt die Bestimmung der Längencorrectionen und der Ausdehnungscoëfficienten. Alle Comparationen sind bei trübem Wetter oder im Schutze vor den Sonnenstrahlen vorgenommen worden, sodass die Temperatur der Drähte als derjenigen der umgebenden Luft gleich angenommen werden konnte, welche an 3 in derselben Höhe über der Erde wie die Drähte aufgehängten Thermometern, von denen zwei nahe den beiden Endpunkten und einer in der Mitte der Linie angebracht waren, abgelesen wurde. Die Correctionen der Thermometer wurden im November 1882 (durch Beobachtung der Correction des Nullpunktes, durch Untersuchung der Variationen in dem Caliber der Röhre und durch Comparation bei höherer Temperatur mit einem Normalthermometer) genau bestimmt. Im Januar 1884 wurden die Nullpunkte von neuem untersucht und unverändert befunden.

In der hier unten folgenden Zusammenstellung der Messungen auf der Comparationslinie ist die Reduction auf horizontalen Abstand bereits angebracht, ebenso die Correction für die Fehler der Nivellirlatte (Gleichung 13) und diejenige für den Kraftmesser (Gleichung 15). Die constante Längencorrection der Drähte auf 100 Meter oder 4 Drahtlängen ist für die verschiedenen Drähte mit x_1, x_2, ... x_8 bezeichnet. Unter y_1, y_2, . . . y_8 wird die Dilatation für 1° Cels. und eine Länge von 100 Meter verstanden. Den Angaben der Thermometer sind die Correctionen bereits beigefügt. Die Drähte haben, wie ich annehme, ihre normale Länge bei $+15°$, daher also der Factor von y der Ueberschuss der Temperatur über 15° ist, welcher gewöhnlich negativ war, indem die Comparationen im allgemeinen in der kälteren Jahreszeit ausgeführt wurden. Mit λ ist die Länge der Comparationslinie bezeichnet, welche bis auf weiteres als unbekannt zu betrachten ist.

Der Draht A.

1882, März 27.	$\lambda = 99^m.9693 + x_1 - 13.5\ y_1$	Anzahl Best.	= 3
» April 19.	$99\ .9688 + x_1 - 12.2\ y_1$	» »	= 2
» » 26.	$99\ .9617 + x_1 - 5.95\ y_1$	» »	= 2
» Juni 15.	$99\ .9606 + x_1 - 4.0\ y_1$	» »	= 2
» Sept. 7.	$99\ .9585 + x_1 - 0.4\ y_1$	» »	= 2
1883, Jan. 6.	$99\ .9878 + x_1 - 26.4\ y_1$	» »	= 2
» » 7.	$99\ .9839 + x_1 - 22.5\ y_1$	» »	= 2
» » 31.	$99\ .9753 + x_1 - 13.4\ y_1$	» »	= 2
» April 20.	$99\ .9717 + x_1 - 11.7\ y_1$	» »	= 2
» Sept. 25.	$99\ .9640 + x_1 - 4.9\ y_1$	» »	= 2
» Oct. 16.	$99\ .9630 + x_1 - 3.4\ y_1$	» »	= 2
» Nov. 17.	$99\ .9764 + x_1 - 15.9\ y_1$	» »	= 2

Der Draht B.

1882, März 22.	$\lambda = 99^m.9215 + x_2 - 9.7\ y_2$	Anzahl Best.	= 2
» » 27.	$99\ .9281 + x_2 - 13.6\ y_2$	» »	= 4
» April 19.	$99\ .9270 + x_2 - 12.2\ y_2$	» »	= 2
» Juni 15.	$99\ .9156 + x_2 - 4.15\ y_2$	» »	= 2
» Sept. 7.	$99\ .9105 + x_2 - 0.7\ y_2$	» »	= 2
1883, Jan. 6.	$99\ .9588 + x_2 - 26.55\ y_2$	» »	= 2
» » 7.	$99\ .9522 + x_2 - 22.6\ y_2$	» »	= 2
» » 31.	$99\ .9377 + x_2 - 13.4\ y_2$	» »	= 2
» April 20.	$99\ .9325 + x_2 - 11.6\ y_2$	» »	= 2
» Sept. 25.	$99\ .9197 + x_2 - 4.9\ y_2$	» »	= 2
» Nov. 17.	$99\ .9405 + x_2 - 15.9\ y_2$	» »	= 3

Der Draht C.

1882, April 19.	$\lambda = 100^m.0224 + x_3 - 11.45\ y_3$	Anzahl Best.	= 2
» Juni 15.	$100\ .0110 + x_3 - 4.3\ y_3$	» »	= 2
» Sept. 7.	$100\ .0070 + x_3 - 1.2\ y_3$	» »	= 2
1883, Jan. 6.	$100\ .0530 + x_3 - 26.0\ y_3$	» »	= 2
» » 7.	$100\ .0471 + x_3 - 21.9\ y_3$	» »	= 2
» » 31.	$100\ .0330 + x_3 - 13.4\ y_3$	» »	= 2
» April 26.	$100\ .0224 + x_3 - 9.2\ y_3$	» »	= 2
» Sept. 25.	$100\ .0124 + x_3 - 4.5\ y_3$	» »	= 2
» Nov. 17.	$100\ .0342 + x_3 - 15.75\ y_3$	» »	= 2

Der Draht D.

1882, April 19.	$\lambda =$	$100^{m}.0566 + x_4 - 11.6\ y_4$	Anzahl Best.	= 3
» Juni 15.		$100\ .0509 + x_4 - 4.15 y_4$	» »	= 3
» Sept. 7.		$100\ .0498 + x_4 - 1.75 y_4$	» »	= 2
1883, Jan. 6.		$100\ .0792 + x_4 - 26.95 y_4$	» »	= 2
» » 7.		$100\ .0752 + x_4 - 21.8\ y_4$	» »	= 2
» » 31.		$100\ .0670 + x_4 - 13.4\ y_4$	» »	= 2
» April 26.		$100\ .0582 + x_4 - 8.2\ y_4$	» »	= 2
» Sept. 25.		$100\ .0556 + x_4 - 5.2\ y_4$	» »	= 2
» Nov. 17.		$100\ .0687 + x_4 - 16.7\ y_4$	» »	= 2

Der Draht E.

1882, Sept. 4.	$\lambda =$	$100^{m}.0107 + x_5 + 1.9\ y_5$	Anzahl Best.	= 2
» » 7.		$100\ .0120 + x_5 + 0.45 y_5$	» »	= 3
1883, Jan. 6.		$100\ .0412 + x_5 - 26.0\ y_5$	» »	= 2
» » 7.		$100\ .0384 + x_5 - 22.25 y_5$	» »	= 2
» » 31.		$100\ .0307 + x_5 - 13.4\ y_5$	» »	= 2
» April 20.		$100\ .0262 + x_5 - 12.3\ y_5$	» »	= 2
» Sept. 25.		$100\ .0198 + x_5 - 5.5\ y_5$	» »	= 2
» Nov. 17.		$100\ .0278 + x_5 - 13.1\ y_5$	» »	= 2

Der Draht F.

1882, Sept. 4.	$\lambda =$	$100^{m}.0139 + x_6 + 0.9\ y_6$	Anzahl Best.	= 2
» » 7.		$100\ .0157 + x_6 + 0.2\ y_6$	» »	= 2
1883, Jan. 6.		$100\ .0660 + x_6 - 26.6\ y_6$	» »	= 3
» » 7.		$100\ .0584 + x_6 - 22.5\ y_6$	» »	= 2
» » 31.		$100\ .0448 + x_6 - 13.45 y_6$	» »	= 2
» April 20.		$100\ .0409 + x_6 - 12.55 y_6$	» »	= 2
» Sept. 25.		$100\ .0284 + x_6 - 5.9\ y_6$	» »	= 2
» Nov. 17.		$100\ .0431 + x_6 - 13.4\ y_6$	» »	= 3

Der Draht M.

1883, April 23.	$\lambda =$	$100^{m}.0567 + x_7 - 13.8\ y_7$	Anzahl Best.	= 3
» Sept. 25.		$100\ .0514 + x_7 - 6.4\ y_7$	» »	= 2
» Nov. 17.		$100\ .0571 + x_7 - 13.2\ y_7$	» »	= 2

Der Draht N.

1883, April 23.	$\lambda =$	$100^{m}.0407 + x_8 - 13.75 y_8$	Anzahl Best.	= 2
» Sept. 25.		$100\ .0308 + x_8 - 6.7\ y_8$	» »	= 2
» Nov. 17.		$100\ .0430 + x_8 - 13.1\ y_8$	» »	= 2

Die ganze Anzahl der einfachen Messungen der Linie = 136.

Folgende Bestimmungen für die Länge der Linie werden mit den unten angeführten approximativen Werthen [1]) der Unbekannten x und y erhalten.

Tag.	Temp.	A. (Stahl)	B. (Mess.)	C. (Mess.)	D. (Stahl)	E. (Stahl)	F. (Mess.)	M. (Stahl)	N. (Mess.)	Mittel.
		$x = +40.6$ mm	+87.3 mm	−7.9 mm	−52.0 mm	−15.0 mm	−19.0 mm	−43.6 mm	−19.0 mm	—
1882.		$y = 1.04$	1.68	1.74	1.02	0.99	1.75	1.02	1.70	—
März 22.	+ 5°	—	99ᵐ.9925	—	—	—	—	—	—	99ᵐ.9925
» 27.	+ 1	99ᵐ.9959	99 .9926	—	—	—	—	—	—	99 .9943
April 19.	+ 3	99 .9967	99 .9938	99ᵐ.9946	99ᵐ.9928	—	—	—	—	99 .9945
» 26.	+ 9	99 .9961	—	—	—	—	—	—	—	99 .9961
Juni 15.	+11	99 .9970	99 .9959	99 .9956	99 .9947	—	—	—	—	99 .9958
Sept. 4.	+16	—	—	—	—	99ᵐ.9976	99ᵐ.9965	—	—	99 .9970
» 7.	+14	99 .9987	99 .9966	99 .9970	99 .9960	99 .9974	99 .9970	—	—	99 .9971
1883.										
Jan. 6.	−12	100 .0010	100 .0015	99 .9999	99 .9997	99 .9999	100 .0004	—	—	100 .0004
» 7.	− 7	100 .0011	100 .0015	100 .0011	100 .0010	100 .0009	100 .0000	—	—	100 .0009
» 31.	+ 2	100 .0020	100 .0025	100 .0018	100 .0013	100 .0022	100 .0024	—	—	100 .0020
April 20.	+ 3	100 .0001	100 .0003	—	—	99 .9988	99 .9999	—	—	99 .9998
» 23.	+ 1	—	—	—	—	—	—	99ᵐ.9990	99ᵐ.9982	99 .9986
» 26.	+ 7	—	—	99 .9985	99 .9978	—	—	—	—	99 .9982
Sept. 25.	+10	99 .9995	99 .9988	99 .9967	99 .9983	99 .9992	99 .9991	100 .0013	100 .0003	99 .9991
Okt. 16.	+12	100 .0001	—	—	—	—	—	—	—	100 .0001
Nov. 17.	+ 2	100 .0005	100 .0011	99 .9989	99 .9997	99 .9996	100 .0007	100 .0000	100 .0016	100 .0003

[1]) Die Werthe, welche bei einer vor dem Abschluss des Beobachtungsmateriales geschehenen präliminären Rechnung erhalten wurden.

Obschon hier für die Längen und Dilatationen der Drähte bis auf weiteres nur approximative Werthe aufgenommen sind, so scheint es gleichwohl unbestreitbar zu sein:

1. dass die noch vorhandenen Abweichungen nicht hauptsächlich von der Temperatur abhängig sind;
2. dass die Werthe, welche an einem Tage mit verschiedenen Drähten erhalten wurden, im allgemeinen gut übereinstimmen;
3. dass, wenn solchergestalt die Variationen den Änderungen in der Länge der Drähte zuzuschreiben sein sollten, diese Aenderungen sich bei allen Drähten gleich verhalten würden, was höchst unwahrscheinlich ist;
4. dass deshalb die Linie selbst variabel gewesen sein muss.

Die besondere, hier vorliegende Schwierigkeit, aus diesem Observationsmaterial die Correctionen der Drähte zu erhalten, nämlich die Schwierigkeit bei variabler Comparationslinie, ist unbedingt als ein besonders ungünstiges Ausnahmeverhältniss zu betrachten, welches durch die im Vorhergehenden erwähnten Bauten verursacht worden ist. Die Correctionen müssen also mit einem grösseren wahrscheinlichen Fehler, als sonst der Fall wäre, behaftet sein, daher auch die Ergebnisse der auf längeren Linien ausgeführten Messungen eher grössere als geringere Fehler als gewöhnlich geben müssen.

Was die Variation der Linie anbetrifft, so ist dieselbe offenbar in der ersten Zeit oder bis zum Anfang des Jahres 1883 stark positiv gewesen, nachher aber hat sich die Linie bei nahezu constanter Länge erhalten. Eine Discontinuität in den Variationen war auch grade zu diesem Zeitpunkte zu erwarten, indem damals der Bau an der Strasse aufhörte. Soll die Variation als eine Function der Zeit und deren Potenzen dargestellt werden, so lässt es sich durch Versuche ermitteln, dass, wenn Glieder bis zur dritten Potenz der Zeit mitgenommen werden, die Uebereinstimmung gleichwohl alles andere als zufriedenstellend ausfällt, was auch der Fall ist bei Annahme der Formel

$$\lambda = \lambda_0 + xt + y \cos t + z \sin t,$$

wo t die Zeit in Jahren, x, y und z Constanten bezeichnen.

Dass deshalb *ein* Ausdruck als bis zur Zeit 1883.0 und *ein anderer* als nach diesem Zeitpunkt geltend angenommen

wird, scheint demgemäss ebensowohl berechtigt wie nothwendig zu sein. Ich setze deshalb bis 1883.0:

$$\lambda = \lambda_0 + m_1 t + m_2 t^2 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (a)$$

und später:

$$\lambda = \lambda_0 + n_1 t + n_2 t^2, \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (b)$$

wo t in Jahren ausgedrückt ist und von 1883.0 gerechnet wird und λ_0 die Länge der Comparationslinie 1883.0 bezeichnet. Die Bestimmung mit dem Basisapparat der Acad. d. Wiss. geschah am 12. Nov. 1883 oder 1883.86, daher die Gleichung

$$100^{\text{m}}.0001 = \lambda_0 + 0.86\ n_1 + 0.74\ n_2 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (c)$$

exact satisfiirt werden muss.

Um ohne entsprechenden Gewinn die Rechnung nicht zu verwickeln, berechne ich zuerst mit Hülfe der Mittelzahlen für die Länge der Linie in der soeben angeführten Approximationsrechnung die Constanten in den Ausdrücken für λ. Diesen Mittelzahlen werden für jeden Tag Gewichte zugetheilt nach der Zahl der Drähte, auf welche sie beruhen. Werden zuerst die Bestimmungen *nach* 1883.0 zusammengestellt, so geben die Gleichungen (b) und (c):

$$\lambda - 100^{\text{m}}0001 = (t - 0.86)\ n_1 + (t^2 - 0.74)\ n_2$$

und

$+ 0\overset{\text{mm}}{.}3$	$= - 0.85\ n_1$	$- 0.74\ n_2$	Gewicht	$= 6$
$+ 0.8$	$= - 0.84$	$- 0.74$	»	$= 6$
$+ 1.9$	$= - 0.78$	$- 0.73$	»	$= 6$
$- 0.3$	$= - 0.56$	$- 0.65$	»	$= 4$
$- 1.5$	$= - 0.55$	$- 0.64$	»	$= 2$
$- 1.9$	$= - 0.55$	$- 0.64$	»	$= 2$
$- 1.0$	$= - 0.13$	$- 0.21$	»	$= 8$
0.0	$= - 0.07$	$- 0.12$	»	$= 1$
$+ 0.2$	$= + 0.02$	$+ 0.03$	»	$= 8$

Hieraus erhält man als die wahrscheinlichsten Werthe:

$$n_1 = - 9^{\text{mm}}.67$$

$$\text{und } n_2 = + 9 \quad .59,$$

sowie auf Grund der Gleichung (c):

$$\lambda_0 = 100^{\text{m}}.0001 + 8^{\text{mm}}.31 - 7^{\text{mm}}.09$$

$$\text{oder } \lambda_0 = 100^{\text{m}}.0013.$$

Die Gleichung (a) geht nun über in

$$\lambda - 100^{\text{m}}.0013 = m_1 t + m_2 t^2,$$

weshalb man erhält

$-8^{\text{mm}}.8 = -0.78\, m_1 + 0.61\, m_2$	Gewicht = 1
$-7.0 = -0.77\, m_1 + 0.59\, m_2$	» = 2
$-6.8 = -0.70\, m_1 + 0.49\, m_2$	» = 4
$-5.2 = -0.69\, m_1 + 0.48\, m_2$	» = 1
$-5.5 = -0.55\, m_1 + 0.30\, m_2$	» = 4
$-4.3 = -0.33\, m_1 + 0.11\, m_2$	» = 2
$-4.2 = -0.32\, m_1 + 0.10\, m_2$	» = 6

wovon

$$m_1 = +\ 14^{\text{mm}}.55$$

$$\text{und } m_2 = +\ 6.98.$$

Man hat also

vor 1883,0: $\lambda = 100^{\text{m}}.0013 + 14^{\text{mm}}.55\, t + 6^{\text{mm}}.98\, t^2$

und nach 1883,0: $\lambda = 100\ .0013 - 9\ .67\, t + 9\ .59\, t^2$,

wo t die Zeit in Jahren ist, gerechnet von 1883.0.

Mit diesen Werthen ist folgende Tabelle gerechnet:

1882,	März	22	$\lambda = 99^{\text{m}}.9942$
	»	27	.9942
	April	19	.9946
	»	26	.9947
	Juni	15	.9954
	Sept.	4	.9973
	»	7	.9974
1883,	Jan.	6	100.0012
	»	7	.0011
	»	31	.0006
	April	20	99.9993
	»	23	.9993
	»	26	.9993
	Sept.	25	.9993
	Oct.	16	.9996
	Nov.	17	100.0002.

Auf diese Bestimmung von λ gründet sich die Berechnung der Längencorrectionen und Dilatationen der Drähte, wobei die Berichtigungen der auf S. 30 gegebenen approximativen Werthe von x und y gleich (x) und (y) genommen werden. Man erhält dann:

Draht A.

$$\begin{aligned}
&\overset{\text{mm}}{-1.7} = (x_1) - 14(y_1)\\
&-2.1 = (x_1) - 12(y_1)\\
&-1.4 = (x_1) - 6(y_1)\\
&-1.6 = (x_1) - 4(y_1)\\
&-1.3 = (x_1) \ 0(y_1)\\
&+0.2 = (x_1) - 26(y_1)\\
&0.0 = (x_1) - 23(y_1)\\
&-1.4 = (x_1) - 13(y_1)\\
&-0.8 = (x_1) - 12(y_1)\\
&-0.2 = (x_1) - 5(y_1)\\
&-0.5 = (x_1) - 3(y_1)\\
&-0.3 = (x_1) - 16(y_1).
\end{aligned}$$

Draht B.

$$\begin{aligned}
&\overset{\text{mm}}{+1.7} = (x_2) - 10(y_2)\\
&+1.6 = (x_2) - 14(y_2)\\
&+0.8 = (x_2) - 12(y_2)\\
&-0.5 = (x_2) - 4(y_2)\\
&+0.8 = (x_2) - 1(y_2)\\
&-0.3 = (x_2) - 27(y_2)\\
&-0.4 = (x_2) - 23(y_2)\\
&-1.9 = (x_2) - 13(y_2)\\
&-1.0 = (x_2) - 12(y_2)\\
&+0.5 = (x_2) - 5(y_2)\\
&-0.9 = (x_2) - 16(y_2).
\end{aligned}$$

Draht C.

$$\begin{aligned}
&\overset{\text{mm}}{0.0} = (x_3) - 11(y_3)\\
&-0.2 = (x_3) - 4(y_3)\\
&+0.4 = (x_3) - 1(y_3)\\
&+1.3 = (x_3) - 26(y_3)\\
&0.0 = (x_3) - 22(y_3)\\
&-1.2 = (x_3) - 13(y_3)\\
&+0.8 = (x_3) - 9(y_3)\\
&+2.6 = (x_3) - 4(y_3)\\
&+1.3 = (x_3) - 16(y_3).
\end{aligned}$$

Draht D.

$$\begin{aligned}
&\overset{\text{mm}}{+1.8} = (x_4) - 12(y_4)\\
&+0.7 = (x_4) - 4(y_4)\\
&+1.4 = (x_4) - 2(y_4)\\
&+1.5 = (x_4) - 27(y_4)\\
&+0.1 = (x_4) - 22(y_4)\\
&-0.7 = (x_4) - 13(y_4)\\
&+1.5 = (x_4) - 8(y_4)\\
&+1.0 = (x_4) - 5(y_4)\\
&+0.5 = (x_4) - 17(y_4).
\end{aligned}$$

Draht E.

$$\begin{aligned}
&\overset{\text{mm}}{-0.3} = (x_5) + 2(y_5)\\
&0.0 = (x_5) \ 0(y_5)\\
&+1.3 = (x_5) - 26(y_5)\\
&+0.2 = (x_5) - 22(y_5)\\
&-1.6 = (x_5) - 13(y_5)\\
&+0.5 = (x_5) - 12(y_5)\\
&+0.1 = (x_5) - 6(y_5)\\
&+0.6 = (x_5) - 13(y_5).
\end{aligned}$$

Draht F.

$$\begin{aligned}
&\overset{\text{mm}}{+0.8} = (x_6) + 1(y_6)\\
&+0.4 = (x_6) \ 0(y_6)\\
&+0.8 = (x_6) - 27(y_6)\\
&+1.1 = (x_6) - 22(y_6)\\
&-1.8 = (x_6) - 13(y_6)\\
&-0.6 = (x_6) - 13(y_6)\\
&+0.2 = (x_6) - 6(y_6)\\
&-0.5 = (x_6) - 13(y_6).
\end{aligned}$$

Draht M.

$$\begin{aligned}
&\overset{\text{mm}}{+0.3} = (x_7) - 14(y_7)\\
&-2.0 = (x_7) - 6(y_7)\\
&+0.2 = (x^7) - 13(y^7).
\end{aligned}$$

Draht N.

$$\begin{aligned}
&\overset{\text{mm}}{+1.1} = (x_8) - 14(y_8)\\
&-1.0 = (x_8) - 7(y_8)\\
&-1.4 = (x_8) - 13(y_8).
\end{aligned}$$

Man erhält nun für die Bestimmung der Unbekannten folgende Gleichungen:

$$\begin{aligned} \overset{mm}{-11.1} &= 12(x_1) - 134(y_1) & \overset{mm}{+0.4} &= 11(x_2) - 137(y_2) \\ +93.7 &= -134(x_1) + 2200(y_1) & +18.1 &= -137(x_2) + 2309(y_2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} +5.0 &= 9(x_3) - 106(y_3) & +7.8 &= 9(x_4) - 110(y_4) \\ -56.2 &= -106(x_3) + 1820(y_3) & -86.3 &= -110(x_4) + 1924(y_4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} +0.8 &= 8(x_5) - 90(y_5) & +0.4 &= 8(x_6) - 93(y_6) \\ -32.4 &= -90(x_5) + 1682(y_5) & -8.5 &= -93(x_6) + 1757(y_6) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -1.5 &= 3(x_7) - 33(y_7) & -1.3 &= 3(x_8) - 34(y_8) \\ +5.2 &= -33(x_7) + 401(y_7) & +9.8 &= -34(x_8) + 414(y_8) \end{aligned}$$

aus denen sich ergiebt:

$$\begin{aligned} (x_1) &= \overset{mm}{-1.41} & x_1 &= \overset{mm}{+39.19} & (x_2) &= \overset{mm}{+0.51} & x_2 &= \overset{mm}{+87.81} \\ (y_1) &= -0.043 & y_1 &= 0.997 & (y_2) &= +0.038 & y_2 &= 1.718 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (x_3) &= +0.61 & x_3 &= -7.29 & (x_4) &= +1.06 & x_4 &= -50.94 \\ (y_3) &= +0.005 & y_3 &= 1.745 & (y_4) &= +0.016 & y_4 &= 1.036 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (x_5) &= -0.29 & x_5 &= -15.29 & (x_6) &= -0.02 & x_6 &= -19.02 \\ (y_5) &= -0.035 & y_5 &= 0.955 & (y_6) &= -0.006 & y_6 &= 1.744 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_7 &= -44.38 & x_8 &= -19.15 \\ y_7 &= 0.996 & y_8 &= 1.736 \end{aligned}$$

Für die Drähte *M* und *N* ist die Dilatation als mit dem Mittel derjenigen der übrigen Drähte von demselben Metall gleich angenommen, indem die geringe Anzahl der Bestimmungen für sie keine selbstständige Rechnung zulässt.

Die Drähte haben also, frei hängend und mit der Kraft *T* (siehe S. 14) gespannt, gemäss dieser Bestimmungen folgende Längen zwischen den Mittelstrichen der Scalen, wie auch die hier angeführten Dilatationscoefficienten für 1° Cels.:

Draht:	*A*	*B*	*C*	*D*
Länge:	$25^m.009\,80$	$25^m.021\,95$	$24^m.998\,18$	$24^m.987\,27$
Dil.-coeff.	0.0000 0997	1718	1745	1036

Draht:	*E*	*F*	*M*	*N*
Länge:	$24^m.996\,18$	$24^m.995\,24$	$24^m.988\,90$	$24^m.995\,21$
Dil.-coeff.	0.0000 0955	1744	0996	1736

Da hier die Dilatation sowohl für den Stahl wie für das Messing anmerkungswürdig geringer ausgefallen als für diese Metalle im allgemeinen der Fall ist, so habe ich mich veranlasst gefunden, dieselbe unabhängig von den geodätischen Operationen zu bestimmen. Zu diesem Zwecke benutzte ich einen der physicalischen Sammlung der technischen Hochschule zugehörenden Apparat, in welchem die Drähte in einem Wasserbade verschiedenen Temperaturen ausgesetzt wurden. Die Längenvariation wurde auf gewöhnliche Weise durch Ablesen mit einem Fernrohre an einer in einen Spiegel reflectirten Scala bestimmt. Als Ergebniss dieses Versuches ergab sich für einen Messingdraht von demselben Stücke wie der Draht *F*

der Dilatationscoëff. = 0.0000 1751,

und für einen Stahldraht mit $1^{mm}.3$ Diameter

der Dilatationscoëff. = 0.0000 0979.

Einige Tage später wurden diese Experimente mit etwas veränderten Anordnungen wiederholt, wobei respective

0.0000 1703

und 0.0000 0988

erhalten wurden, oder im Mittel für

hartgezogenen Messingdraht der Dilatationscoëff. = 0.0000 1727
» Stahldraht » » = 0.0000 0984,

Ergebnisse, die sehr nahe mit denjenigen übereinstimmen, welche die geodätischen Messungen ergeben haben.

Für die beiden auf S. 8 erwähnten Stahlbänder *A* und *B* sind Längencorrection und Dilatationscoëffienten durch Messungen auf der Comparationslinie bestimmt worden, aber da die Bänder nur ausnahmsweise und für die Messung von kürzeren Endstücken zur Anwendung kommen, so kann ein detaillirter Bericht über diese Bestimmungen kein Interesse haben, weshalb nur die Resultate der Untersuchung angeführt werden.

Die Länge für das Band *A* bei + 15° Cels.: $20^{m}.003\ 03$
B » » » 20 .004 93

Der Dilatationscoëff. für das Band *A*: 0.0000 1046
B: 0.0000 1030.

Die angegebenen Längen gelten, wenn das Band ohne Spannung auf ebener Fläche ausgestreckt liegt oder auch frei hängt und mit der Kraft T_0 (Seite 8) gespannt ist.

Ausserdem sind auch für *A* (welches Band allein zu den Längenmessungen benutzt worden ist) Theilungsfehler bestimmt. Dieselben sind in folgender Tabelle enthalten, in welcher sie aber mit den Längencorrectionen vereinigt wurden, welche (auf Grund der soeben gegebenen Werthe und der in der Tabelle auf S. 8 und 9 angegebenen Correctionsfactoren *f*) den Spannkräften entsprechen, die neben den Längencorrectionen angeführt sind.

Das Stahlband A.

Theilungsfehler + Längencorrection.

	Mit $T_0 = 6^{kg}.72$.		Mit $T = 10^{kg}$.		Mit $T = 15^{kg}$.	
	T'_0		T'		T'	
	kg	mm	kg	mm	kg	mm
0^m	0.00	0.0	6.96	0.0	13.65	0.0
1	0.91	+ 0.3	6.98	+ 0.4	13.65	+ 0.6
2	1.45	+ 0.5	7.02	+ 0.8	13.67	+ 1.1
3	1.88	+ 0.7	7.10	+ 1.1	13.69	+ 1.5
4	2.30	+ 0.9	7.20	+ 1.5	13.71	+ 2.0
5	2.67	+ 1.2	7.32	+ 1.9	13.75	+ 2.6
6	3.01	+ 1.0	7.45	+ 1.9	13.79	+ 2.8
7	3.34	+ 1.3	7.60	+ 2.3	13.84	+ 3.3
8	3.65	+ 1.1	7.77	+ 2.3	13.90	+ 3.5
9	3.95	+ 1.4	7.94	+ 2.7	13.96	+ 4.0
10	4.24	+ 1.8	8.11	+ 3.2	14.03	+ 4.7
11	4.51	+ 2.1	8.30	+ 3.8	14.11	+ 5.3
12	4.78	+ 2.0	8.48	+ 3.8	14.19	+ 5.5
13	5.05	+ 2.2	8.67	+ 4.1	14.28	+ 6.0
14	5.30	+ 2.1	8.86	+ 4.1	14.37	+ 6.2
15	5.55	+ 2.2	9.05	+ 4.4	14.47	+ 6.6
16	5.79	+ 2.2	9.24	+ 4.6	14.57	+ 6.9
17	6.03	+ 2.6	9.43	+ 5.1	14.67	+ 7.6
18	6.27	+ 2.6	9.62	+ 5.3	14.78	+ 7.9
19	6.50	+ 3.1	9.81	+ 5.9	14.89	+ 8.7
20	6.72	+ 3.0	10.00	+ 6.0	15.00	+ 8.8

Die längere Operationslinie.

Dieselbe ist belegen auf Ladugardsgärdet bei Stockholm, ist aber nicht die vom Herrn Professor LINDHAGEN im Jahre 1864 mit dem Basisapparate der Acad. d. Wiss. gemessene geodätische Grundlinie, deren einer Endpunkt durch Erdaufschüttung jetzt verdeckt ist und in welcher sich Gebäude erheben. In Fig. 3 ist *AB* diese und *A'B'* die neue Basislinie. Die Endpunkte der letzteren wie auch die beiden in derselben markirten Zwischenpunkte *I* und *II* sind mit feinen Bohrlöchern in eisernen, in den Felsen eingesenkten Eisenbolzen fixirt.

Das Ergebniss der Basismessung im Jahre 1864 war:

die Linie *AB*, reducirt auf die Meeresfläche, = 2320^m^.1878.

Damit dieses mit den Drahtmessungen auf *A'B'* vergleichbar werde, sind die beiden Linien mittelst folgender Längen- und Winkelmessungen mit einander verglichen worden. Die Linie *BB'* war anfangs (im Jahre 1880) für unmittelbare Messung zugänglich, aber nachdem in ihr ein Haus aufgeführt worden, musste ein Zwischenpunkt *b* angewendet werden. Jede hier unten angeführte Bestimmung ist das Mittel wenigstens zweier von einander unabhängiger Messungen.

Längenmessungen.

1880, Apr. 26.	Die Linie	*Bb*,	gem. mit dem Stahlb.	*A*,	$161^{m}.6456$.
1880, Mai 2 u. 3.	» »	*BB'*,	» » » »	»	294.4511.
1882, Mai 17.	» »	*B'b*,	» » Drähten	....	135.4757.
1882, Mai 19.	» »	*AA'*,	» » »	....	64.3883.

Reducirt auf die Meeresfläche [1]) haben die Linien folgende Längen:

$$AB = 2320^{m}.1878$$
$$Bb = 161\ .6453$$
$$BB' = 294\ .4506$$
$$B'b = 135\ .4757$$
$$AA' = 64\ .3882.$$

---

[1]) Die Höhen über der Schleusenschwelle, welche sich etwa $3^{m}.95$ unter dem mittleren Wasserspiegel im Jahre 1883 befindet, sind (als Mittel aus mehreren gut übereinstimmenden Abwägungen):

A'	$20^{m}.90$
I	12 .75
II	15 .72
B'	14 .71
A	15 .92
B	15 .96 (unter der Erde)
b	11 .98

Winkelmessungen.

1880, Mai 3.	$BB'A$,	bestimmt mit einem Theodolith von Ertel (10″ Ables. an Nonien),	154° 1′26″.6
1882, Mai 20.	AbB	bestimmt mit einem Universalinstrument von Wanschaff (Ables. auf 1″ durch Abschätzung in zwei Mikroskopen)	163 4 38 .6
	AbA'		0 51 38 .9
	$A'bB'$		31 29 16 .6
	BbB'		164 34 25 .9
1882, Juni 12.	$B'A'b$	bestimmt mit demselben Instrument	2 1 57 .7
	$bA'A$	bestimmt mit demselben Instrument	149 35 42 .2

Wenn im Dreieck BbB' die Seite BB' auf Grund der Messungen von Bb und bB' und der Bestimmung des Winkels BbB' berechnet wird, so erhält man

$$BB' = 294^{\text{m}}.4538.$$

Wird von diesen und dem durch directe Messung erhaltenen Werthe das Mittel genommen und letzterem Werthe doppeltes Gewicht gegeben, so wird

$$BB' = 294^{\text{m}}.4517.$$

Nach geeigneter Vertheilung des Dreiecksfehlers wird jetzt

$$Bb = 161^{\text{m}}.6442$$

und

$$B'b = 135\ .4747 \text{ erhalten.}$$

Im Dreieck ABb sind Bb, AB und AbB bekannt und werden

$$bAB = \ 1°\ 9'43''.15$$

und

$$ABb = 15\ 45\ 38\ .25 \text{ berechnet.}$$

Man erhält leicht

$$Ab = AB \cos bAB + Bb \cos AbB = AB - 2AB \sin^2 \tfrac{1}{2}\, bAB + Bb \cos AbB$$

oder

$$Ab = 2320^{\text{m}}.1878 - 0^{\text{m}}.4771 - 154^{\text{m}}.6448 = 2165^{\text{m}}.0659.$$

Auf dieselbe Weise wird jetzt aus dem Dreieck $AB'b$

$$AB' = 2051^{\text{m}}.8967$$

und aus dem Dreieck AbA'

$$A'b = 2109^{\text{m}}.2877 \text{ erhalten.}$$

Schliesslich erhält man aus dem Dreieck $AA'B'$

$$A'B' = 1995^{m}.0148$$

und aus dem Dreieck $A'B'b$

$$A'B' = 1995^{m}.0168.$$

von welchen beiden Werthen das Mittel als geltend angenommen wird. Man hat deshalb als Ergebniss der Connexion

$$A'B' = 1995^{m}.0158.$$

Längenmessungen mit den Drähten auf der Linie $A'B'$.

Zu den Längenmessungen sind stets zwei Drähte, ein stählerner und ein messingner, benutzt worden. Durch die Differenzen zwischen den Ablesungen erhält man theils eine Controle gegen Ablesungsfehler und theils eine Bestimmung der Temperatur.

Haben die beiden Drähte bei der Normaltemperatur ($+15^{\circ}$ Cels.) die Längen L und L' und werden die Ablesungen an ihren Scalen mit e und e' bezeichnet, so sind nach Auslegung der n Drahtlängen die Summen der Ablesungen Σe und $\Sigma e'$. Werden ferner der Ueberschuss der Temperatur über die Normaltemperatur mit t sowie die Dilatationscoëfficienten der beiden Drähte mit α und β bezeichnet, so ist die Länge λ der gemessenen Linie, bestimmt durch den einen Draht,

$$\lambda = nL + \Sigma e + nL\alpha t$$

und durch den anderen

$$\lambda = nL' + \Sigma e' + nL'\beta t,$$

daher

$$t = \frac{nL - nL' + \Sigma e - \Sigma e'}{n(L'\beta - L\alpha)}.$$

Wird dieser Ausdruck für t in eine der Gleichungen für λ eingesetzt, so erhält man

$$\lambda = \frac{L'\beta(nL + \Sigma e) - L\alpha(nL' + \Sigma e')}{\beta L' - \alpha L}.$$

oder wenn die Länge der Linie nach den beiden Drähten, ohne Berücksichtigung der Temperatur, d. h. die Ausdrücke $nL + \Sigma e$ und $nL' + \Sigma e'$, mit s und s' bezeichnet wird,

$$\lambda = s + \frac{\alpha}{\beta - \alpha}(s - s') = s' + \frac{\beta}{\beta - \alpha}(s - s') \quad . \; . \; . \quad (16)$$

oder

$$\lambda = \frac{\beta}{\beta - \alpha}\, s - \frac{\alpha}{\beta - \alpha}\, s'.$$

Aus der letzteren dieser Gleichungen geht hervor, dass, wenn bei jeder Ablesung an den Scalen ein wahrscheinlicher Fehler $\pm r$ begangen wird, der *wahrscheinliche Fehler* φ für die ganze Linie, sofern derselbe eben diese Ursache hat,

$$\varphi = \pm \frac{r}{\beta - \alpha}\sqrt{n(\beta^2 + \alpha^2)}, \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (17)$$

ist, welche Formel natürlicherweise gültig ist, nur wenn die Temperatur, wie hier angenommen, durch die Differenzen in der Ablesung an den Scalen bestimmt wird.

Auf wenig coupirtem Terrain sind, wie aus der Tabelle auf S. 15 u. 16 leicht zu ersehen ist, die auf sowohl die Absteckungs- wie Nivellirungsfehler beruhenden wahrscheinlichen Fehler in der Längenmessung von geringer Bedeutung, daher in solchem Falle der zufällige Fehler allein von der Gleichung (17) repräsentirt wird.

Besser als nach der Gleichung (16) dürfte die Berechnung der Länge der gemessenen Linie auf solche Weise geschehen können, dass die Temperatur aus einer vorher entworfenen Tabelle über die Längendifferenzen der Drähte bei jedem Grad mit dem Mittel der Differenzen (oder $\frac{\Sigma e' - \Sigma e}{n}$) als Argument bestimmt, und die Länge dann für jeden Draht besonders ausgerechnet wird, wodurch man zugleich eine Controlle für die Richtigkeit der Rechnung gewinnt. Für die Drähte A und B ist bei + 15° Cels. die Längendifferenz (Seite 35):

$$B - A = + 12^{\text{mm}}.15,$$

und die relative Dilatation für 1°

$$25^{\text{m}}\,(\beta - \alpha) = 0^{\text{mm}}.1802,$$

woraus folgende Tabelle erhalten wird:

t	*B—A*	*t*	*B—A*	*t*	*B—A*	*t*	*B—A*
	mm		mm		mm		mm
−15°	6.75	0°	9.45	+15°	12.15	+30°	14.86
14	6.93	+1	9.63	16	12.34	31	15.04
13	7.11	2	9.81	17	12.52	32	15.22
12	7.29	3	9.99	18	12.70	+33	15.40
11	7.47	4	10.17	19	12.88	*Diff.*	
10	7.65	5	10.35	20	13.06	0°.0	0mm.00
9	7.83	6	10.53	21	13.24	.1	.02
8	8.01	7	10.71	22	13.42	.2	.04
7	8.19	8	10.89	23	13.60	.3	.05
6	8.37	9	11.07	24	13.78	.4	.07
5	8.55	10	11.25	25	13.96	.5	.09
4	8.73	11	11.43	26	14.14	.6	.11
3	8.91	12	11.61	27	14.32	.7	.13
2	9.09	13	11.79	28	14.50	.8	.14
−1	9.27	14	11.97	29	14.68	.9	.16
0	9.45	+15	12.15	+30	14.86	1.0	.18

Bei diesen Längenmessungsversuchen, wie auch viele Male bei den Arbeiten auf der Comparationslinie, haben mir der Ingenieur P. E. Bergstrand und der dam. Amanuens an der hiesigen Sternwarte Hj. Branting, mit aufopferndem Fleisse beigestanden; ebenso haben an den Messungen auf Ladugårdsgärdet der Candidat Arvid Lindhagen und der Ingenieur Svante Kallenberg theilgenommen, wofür ich diesen Herren hier meinen grössten Dank sage.

Das bei der Messung erforderliche Personal ist folgendes: für den Kraftmesser 1, zum Anlegen an den Mittelstrich auf der Scala an dem einen und zur Ablesung an der Scala am anderen Ende des Drahts je 1, zum Nivelliren 1, zum Abstecken 1, oder im Ganzen 5 mit der Arbeit vertraute Personen, ferner für Handlangerarbeiten: am kleinen Kraftmesser 1, für die Nivellirlatte 1, zum Abstecken und zum Transport des Materiales längs der Linie 2, oder zusammen 4 Personen. In allem sind also für die Arbeit, wenn diese nicht langsamer als nöthig und nützlich vorwärts schreiten soll, 9 Personen erforderlich. Im allgemeinen war das Personal bei den auf Ladugårdsgärdet angestellten Messungen nicht so zahlreich als wünschenswerth gewesen wäre. Ausserdem wurde der regelmässige Fortgang der Arbeit zuweilen durch vorbeifahrende Wagen und exercirendes Militair gehindert, welch letzteres Verhältniss die eigentliche

Ursache war, weshalb die Linie *A'B'* im allgemeinen nicht im Zusammenhang sondern in den Stücken *A'I*, *I II* und *IIB'* jedes für sich, ohne bestimmte Reihenfolge, gemessen wurde.

In den ersten Tagen war die Nivellirlatte mit zwei Scalen versehen, sodass sie ausser der gewöhnlichen noch eine andere, welche mit dem Nullpunkt nach oben gekehrt war, auf der Kehrseite hatte. Hierdurch wurde der Vortheil einer Controlle für die Ablesungen gewonnen, denn die Summe derselben für dasselbe Stativ und die beiden Seiten der Latte war stets eine Constante. Nach einigen Tagen wurde die eine Scala zerstört, worauf dann nur die gewöhnliche angewendet wurde; dieses wurde als genügend angesehen, denn bis dahin war keine einzige fehlerhafte Ablesung vorgekommen. Die Nivellirlatte sollte eigentlich mit einer Libelle versehen sein, was bei diesen Versuchen jedoch nicht der Fall war.

Auf der Linie *A'B'* sind folgende Messungen ausgeführt worden:

	Linie.	Beginn.	Schluss.	Anmerkungen.
1882. Mai 8.	*A'I*	10^h 50^m Vorm.	4^h 0^m Nachm.	Sonnenschein, einzelne Wolken.
» 9.	*I II*	7 45 Vorm.	10 10 Vorm.	Sonnensch. Windstärke = 3 bis 4 [1])
	II B'	—	3 15 Nachm.	Dünne Wolken.
	I II	7 0 Nachm.	8 10 »	Still.
» 10.	*I II*	10 30 Vorm.	11 20 Vorm.	Sonnenschein.
	II B'	0 20 Nachm.	2 50 Nachm.	Sonnensch. Windstärke = 1.
	I II	6 45 »	7 25 »	Sonnenschein.
» 11.	*IA'*	8 40 Vorm.	10 50 Vorm.	Sonnenschein, still.
	A'I	0 30 Nachm.	2 25 Nachm.	Sonnenschein und Wolken abwechs. Windstärke = 1 à 2.
	II B'	3 25 »	5 50 »	Sonnensch. Windstärke = 2.
» 12.	*A'I*	8 40 Vorm.	10 55 Vorm.	Starker Regen. Windst. 2.
» 15.	*II B'*	3 10 Nachm.	6 40 Nachm.	Sonnensch. Sturm, senkrecht gegen die Drähte.

Zu diesen Messungen wurden ausschliesslich die Drähte *A* und *B* sowie das Band *A* angewandt.

Im Herbst desselben Jahres wurde (von Feldmessereleven) die Linie ebenfalls zweimal mit den Drähten *E* und *F* gemessen, wobei leider bei drei Fällen Fehler begangen wurden,

---

[1]) Abgeschätzt nach der gewöhnlichen meteorologischen Scala: 0 = still. 6 = Orkan.

welche das Resultat unanwendbar machten. Ich erwähne jedoch hier diese Messungen als eine fernere Probe von der Schnelligkeit, womit derartige Messungen ausgeführt werden können, und welche sich aus Folgendem ergiebt:

	Linie.	Beginn.	Schluss.	Bemerkungen.
1882. Sept. 8.	*A'I*	9^h 15^m Vorm.	0^h 0^m Nachm.	Sonnenschein, einzelne Wolken.
	I II	2 30 Nachm.	3 40 »	
	II B'	3 40 »	6 5 »	
» 9.	*B' II*	8 30 Vorm.	10 50 Vorm.	Sonnensch. Windstärke = 2.
	II I	0 40 Nachm.	1 40 Nachm.	
	IA'	1 40 »	3 50 »	

Die drei Linien *A'I*, *I II* und *II B'* haben die respectiven Längen 740^m, 367^m und 888^m. Die Schnelligkeit der Messungen ist also folgende:

		Linie.	Zeit.	Per Stunde.	Per Tag.
1882, Mai	8.	740^m	5^h10^m	143^m	740^m
	9.	367	2 25	152	
		888	—	—	1622
		367	1 10	315	
	10.	367	0 50	440	
		888	2 30	355	1622
		367	0 40	550	
»	11.	740	2 10	342	
		740	1 55	386	2368
		888	2 25	367	
	12.	740	2 15	329	740
»	15.	888	3 30	254	888
Sept.	8.	740	2 45	269	
		367	1 10	315	1995
		888	2 25	367	
	9.	888	2 20	381	
		367	1 0	367	1995
		740	2 10	342	

Die grösste Schnelligkeit per Stunde ist 550^m. Die grösste Strecke per Tag machte, wenn die Arbeit 8^h40^m Vorm. anfing und 5^h50^m Nachm. aufhörte, 2368^m aus.

Im Folgenden ist das Messungsprotokoll nur von einer Messung auf jeder Linie angeführt. Die Nummerfolge der Stative ist von *A'* gerechnet. Selbstverständlich wurden die Protokolle über die eigentliche Längenmessung und über die Abwägung

jedes für sich geführt, obschon sie hier zu einem vereinigt sind. Zum Stahlband ist stets die Kraft T_0' angebracht worden.

Für das Drahtpaar A, B ist $\frac{\alpha}{\beta-\alpha} = 1.383$ und $\frac{\beta}{\beta-\alpha} = 2.383$,[1]) welche Quantitäten anzuwenden sind, wenn die Rechnung nach der Formel (16) gemacht wird.

1882. Mai 10.

Punkt.	Der Draht A.	Der Draht B.	Diff.	Abwägung. Ablesung.	Abwägung. Ablesung.	Abwägung. Höhendiff.	Abwägung. Höhe.[2])	Horiz.-Red.[3])	
	mm	mm	mm	dm	dm	dm	dm	mm	
I				0.38			0.00		10h30m Vorm.
	72.1	60.2	11.9			— 1.65		0.5	
30				2.03			— 1.65		Sonnenschein.
	90.7	78.7	12.0			— 7.40		11.0	
31				9.43			— 9.05		
	86.9	75.4	11.5			— 10.97		24.1	
32				20.40			— 20.02		
	30.5	18.3	12.2			— 3.91		3.0	
33				24.31	2.30		— 23.93		
	85.2	73.4	11.8			— 0.42		0.0	
34					2.72		— 24.35		
	58.6	46.8	11.8			— 1.41		0.4	
35					4.13		— 25.76		
	31.7	19.3	12.4			+ 1.54		0.5	
36					2.59		— 24.22		
	91.3	79.1	12.2			— 0.70		0.1	
37				16.83	3.29		— 24.92		
	54.8	42.9	11.9			+ 4.24		3.6	
38				12.59			— 20.68		
	38.0	26.3	11.7			+ 3.16		2.0	
39				9.43			— 17.52		
	58.5	46.4	12.1			+ 8.22		13.6	
40				1.21	20.06		— 9.30		
	56.8	45.0	11.8			+ 11.17		25.0	
41				15.65	8.89		+ 1.87		
	17.1	5.2	11.9			+ 14.65		43.0	
42				1.00	18.39		+ 16.52		
	69.8	57.9	11.9			+ 18.41		67.9	
43					—0.02		+ 34.93		
	17.0 m — 66.0 mm					— 5.24		8.1[4])	
II					5.22		+ 29.69		11h20m Vorm.

842.0 $= \Sigma e$. Summe 202.8

674.9 $= \Sigma e'$. Das Mittel der Diff. $= 11^{mm}.94$; die entsprechende Temperatur[5]) $= + 13°.85$.

[1]) Die Dilatationen, welche geodätisch bestimmt worden, sind hier angewendet.

[2]) Die Controle wird erhalten durch die Differenzen zwischen der ersten und der letzten Zahl in jeder Ablesungsreihe.

[3]) Aus der Tabelle auf S. 15 u. 16. Im Protokoll ist die Ablesung von der zweiten Scala der Nivellirlatte ausgeschlossen.

[4]) Auf Grund der Gleichung (12. a) und der darauf folgenden Tabelle.

[5]) Die Tabelle auf S. 42.

1882 Mai 10.

Punkt.	Der Draht A.	Der Draht B.	Diff.	Abwägung. Ablesung.		Abwägung. Höhen-diff.	Abwägung. Höhe.	Horiz.-Red.	
	mm	mm	mm	dm	dm	dm	dm	mm	
II				5.22			0.00		
	65.3	53.1	12.2			+ 3.54		2.5	0h20m Nachm.
44				1.68			+ 3.54		
	77.2	65.4	11.8			— 6.52		8.5	
45				8.20			— 2.98		
	56.4	44.1	12.3			— 9.58		18.3	
46				17.78	0.28		— 12.56		
	36.0	23.7	12.3			— 5.43		5.9	
47					5.71		— 17.99		
	33.6	21.5	12.1			— 2.67		1.5	
48					8.38		— 20.66		
	98.7	86.4	12.3			— 3.31		2.2	
49					11.69		— 23.97		
	95.6	83.7	11.9			— 3.13		1.9	
50					14.82		— 27.10		
	82.6	70.8	11.8			— 3.18		2.0	
51					18.00		— 30.28		
	63.2	51.6	11.6			— 2.60		1.4	
52				1.83	20.60		— 32.88		
	42.0	30.0	12.0			— 1.16		0.3	
53				2.99			— 34.04		
	93.3	81.2	12.1			— 6.63		8.8	
54				9.62			— 40.67		
	50.0	38.0	12.0			— 2.43		1.2	
55				12.05			— 43.10		
	79.0	66.8	12.2			— 11.24		25.3	
56				23.29			— 54.34		
	83.7	71.6	12.1			+ 3.97		3.1	
57				19.32			— 50.37		
	85.4	73.5	11.9			— 6.80		9.2	
58				26.12			— 57.17		
	64.8	53.0	11.8			— 3.00		1.8	
59				29.12	2.97		— 60.17		
	48.4	36.5	11.9			— 3.74		2.8	
60					6.71		— 63.91		
	67.7	55.6	12.1			— 1.68		0.6	
61					8.39		— 65.59		Windst. = 1.
	91.4	79.2	12.2			— 3.49		2.5	
62					11.88		— 69.08		
	97.2	85.1	12.1			+ 4.42		3.9	
63					7.46		— 64.66		Sonnenschein.
	42.9	30.6	12.3			+ 7.17		10.3	
64					0.29		— 57.49		
	93.8	82.1	11.7			+ 0.31		0.0	
65				14.37	−0.02		— 57.18		
	95.2	83.2	12.0			+ 5.70		6.5	
66				8.67			— 51.48		
	45.7	33.6	12.1			+ 3.58		2.6	
67				5.09			— 47.90		
	101.5	89.2	12.3			+ 3.56		2.6	
68				1.53			— 44.34		

Punkt.	Der Draht A.	B.	Diff.	Abwägung. Ablesung.		Höhendiff.	Höhe.	Horiz.-Red.	
	mm	mm	mm	dm	dm	dm	dm	mm	
68				1.53			— 44.34		
	84.8	72.7	12.1			+ 0.70		0.1	
69				0.83			— 43.64		
	40.3	28.8	11.5			— 3.79		2.9	
70				4.62			— 47.43		
	91.2	79.7	11.5			— 0.61		0.1	
71				5.23			— 48.04		
	71.0	59.3	11.7			— 2.48		1.3	
72				7.71			— 50.52		
	61.5	49.5	12.0			+ 3.20		2.0	
73				4.51	23.99		— 47.32		
	91.8	80.0	11.8			+ 6.57		8.6	
74					17.42		— 40.75		
	51.2	39.1	12.1			+ 10.79		23.3	
75					6.63		— 29.96		
	26.2	14.0	12.2			+ 8.03		12.9	
76				12.38	—1.40		— 21.93		
	79.1	66.7	12.4			— 0.53		0.1	
77				12.91			— 22.46		
	68.1	56.0	12.1			+ 10.72		23.0	
78				2.19			— 11.74		
	12.4 m — 5.9 mm					+ 1.67		1.1	
B'				0.52			— 10.07		2h50m Nachm.
	2455.8 = Σe						Summa	201.1	

2035.3 = $\Sigma e'$. Das Mittel der Differenzen = 12mm.01; die Temp. = + 14°.2.

1882 Mai 11.

Punkt.	Der Draht A.	B.	Diff.	Abwägung. Ablesung.		Höhendiff.	Höhe.	Horiz.-Red.	
	mm	mm	mm	dm	dm	dm	dm	mm	
I				1.55			0.00		8h40m Vorm. Klarer Himmel. Sonnenschein. Windstill.
	62.6	50.5	12.1			— 4.25		3.6	
29				5.80			— 4.25		
	55.0	42.8	12.2			— 1.61		0.5	
28				7.41			— 5.86		
	22.6	11.0	11.6			— 0.52		0.1	
27				7.93			— 6.38		
	58.2	46.3	11.9			+ 0.16		0.0	
26				7.77			— 6.22		
	95.8	84.1	11.7			— 2.72		1.5	
25				10.49			— 8.94		
	59.2	47.3	11.9			+ 3.18		2.0	
24				7.31			— 5.76		
	35.8	24.2	11.6			+ 4.81		4.6	
23				2.50	21.48		— 0.95		
	75.2	63.1	12.1			+ 2.30		1.1	
22					19.18		+ 1.35		
	79.9	68.3	11.6			+ 4.80		4.6	
21					14.38		+ 6.15		

Punkt.	Der Draht A.	Der Draht B.	Diff.	Abwägung. Ablesung.	Abwägung. Ablesung.	Abwägung. Höhendiff.	Abwägung. Höhe.	Horiz.-Red.	
	mm	mm	mm	dm	dm	dm	dm	mm	
21					14.38		+ 6.15		
	58.0	45.9	12.1			+ 9.04		16.4	
20					5.34		+ 15.19		
	71.7	59.5	12.2			+ 1.73		0.6	
19					3.61		+ 16.92		
	49.1	37.0	12.1			+ 2.73		1.5	
18					0.88		+ 19.65		
	44.2	32.0	12.2			+ 0.88		0.2	
17					0.00		+ 20.53		
	48.6	36.8	11.8			— 4.17		3.5	
16					4.17		+ 16.36		
	67.4	55.2	12.2			— 4.55		4.1	
15					8.72		+ 11.81		
	51.3	38.8	12.5			+ 3.38		2.3	
14				19.47	5.34		+ 15.19		
	55.3	43.2	12.1			+ 0.48		0.1	
13				18.99			+ 15.67		
	81.4	69.7	11.7			+ 7.10		10.1	
12				11.89			+ 22.77		Wolken.
	42.3	30.6	11.7			+ 2.61		1.4	
11				9.28			+ 25.38		
	78.2	66.7	11.5			+ 8.21		13.5	
10				1.07	19.28		+ 33.59		
	73.5	61.8	11.7			+ 7.48		11.2	
9					11.80		+ 41.07		
	83.9	71.9	12.0			+ 6.86		9.4	
8					4.94		+ 47.93		
	66.2	54.7	11.5			— 0.75		0.1	
7					5.69		+ 47.18		
	52.7	41.1	11.6			+ 0.60		0.1	
6					5.09		+ 47.78		
	70.0	57.8	12.2			+ 5.09		5.2	
5					0.00		+ 52.87		
	99.7	87.7	12.0			— 0.51		0.1	
4				19.08	0.51		+ 52.36		
	54.2	42.3	11.9			+ 7.31		10.7	
3				11.77	28.59		+ 59.67		
	44.2	32.3	11.9			+ 15.13		45.8	
2					13.46		+ 74.80		
	64.1	52.0	12.1			+ 7.97		12.7	
1					5.49		+ 82.77		
	7.6 m — 63.9 mm					+ 4.40		12.9	
0					1.09		+ 87.17		
	6.9 m — 85.2 mm					— 5.95		26.0	
A					7.04		+ 81.22		10h50m Vorm.

1800.3 = Σe. Summe 205.9

1454.6 = $\Sigma e'$. Das Mittel der Differenzen = 11mm.92; die Temp. = + 13°.7.

Berechnung der Linie.

Bei der Berechnung der Linie ist Folgendes zu beachten. An allen Drähten ist die Scala so angebracht, dass die Ablesung nach dem Ende des Drahts hin zunimmt. Die in dem Vorstehenden angegebenen Längen beziehen sich auf den Mittelstrich der Scalen, welcher überall mit 5 (Centimeter) numerirt ist, den Draht *M* ausgenommen, wo die Scala mit 5 beginnt und mit 15 (Centimeter) aufhört. Auf diese Weise hat man — da diese 5 Centimeter in die Ablesung eingehen — entweder von jeder Ablesung, oder, noch besser, von der Länge des Drahtes, vor der Multiplication mit der Anzahl der Drähte, 50^{mm} zu subtrahiren. Ehe die Temperatur aus der Tabelle auf S. 42 durch das Mittel der Ablesungsdifferenzen als Argument bestimmt wird, sind in diesen nach der Angabe auf S. 23 erst die fehlerhaften Angaben des Kraftmessers zu berichtigen. Das Uebrige der Rechnung dürfte von selbst klar sein.

Die benutzte Nivellirlatte ist $\frac{1}{555}$ zu lang, ihre Längencorrection also $+\frac{1}{555}$.

1882 Mai 10. Linie *III.*

Ungefähre Temperatur = + 14°. Die Correction des alten Kraftmessers bei 10^{kg} und + 14° ist (S. 23) — $0^{kg}.07$. Die hieraus sich ergebende Correction zur Länge des Drahts *A* = — $0^{mm}.07$, des Drahts *B* = — $0^{mm}.13$. Multiplicirt mit der Anzahl der Drahtlängen oder mit 14 geben diese Zahlen die Correctionen zu Σe und $\Sigma e'$.

$\Sigma e =$	$842^{mm}.0$	$\Sigma e' =$	$674^{mm}.9$
	$-1\quad .0$		$-1\quad .8$
Σe (corr.) . . .	$841^{mm}.0$	$\Sigma e'$ (corr.) . . .	$673^{mm}.1$

Die Differenz $167^{mm}.9$ zwischen diesen Werthen, dividirt mit 14, giebt das Argument für das Finden der Temperatur.

Das Mittel der Differenzen, corrigirt, . . . $\frac{167.9}{14} = 11^{mm}.99$; Temp. (S. 42) . . . + 14°.1.

Der Draht A.		*Der Draht B.*		
$14 \times 24^{m}.959\,80 =$	$349^{m}.4372$	$14 \times 24^{m}.971\,95 =$	$349^{m}.6073$	(S. 35 u.
Σe (corr.) . . .	8410	$\Sigma e'$ (corr.) . . .	6731	49)
	$350^{m}.2782$		$350^{m}.2804$	
$(14^{\circ}.1-15^{\circ}) \times 3.5 \times 0^{mm}.997$	— 31	$(14^{\circ}.1-15^{\circ}) \times 3.5 \times 1^{mm}.718$	— 54	(S. 35)
	[1]) $350^{m}.2751$	(Contr.)	$350^{m}.2750$	

Das Band A	$16^{m}.9340$		
Theilungsfehler + Längencorr.	+ 26	(Seite 37)	16 .9364
Temp.-corr.: $-0^{\circ}.9 \times 0.17 \times 1^{mm}.046$	— 2	(Seite 36)	
			$367^{m}.2114$
Horizontalreduction	$202^{mm}.8$		
Corr. für die Nivellirlatte:			2035
$+ 202^{mm}.8 \times \frac{2}{555}$ . . .	+ 0 .7	(Gl. (13) u. S. 49)	
		Linie I II	*$367^{m}.0079$.*

Sämmtliche Längenmessungsresultate sind folgende:

Die Linie *A'I.*

1882. Mai	8.	*A'I* ...	$739^{m}.7708$	Temp. $= + 13^{\circ}.3$.	Sonnenschein, einzelne Wolken.
»	11.	*IA'* ...	.7723	14 .1.	Sonnenschein. Still.
»	11.	*A'I* ...	.7695	13 .7.	Windstärke = 1 à 2.
»	12.	*A'I* ...	.7725	8 .0.	Starker Regen. Windstärke = 2.

Mittel $739^{m}.7713 \pm 0^{mm}.5$.

Wahrscheinlicher Fehler einer Messung $= \pm 0^{mm}.9$.

Die Linie *I II.*

1882. Mai	9.	*I II* ...	$367^{m}.0127$	Temp. $= + 10^{\circ}.7$.	Sonnensch., Windst. = 3 à 4.
»	9.	*II I* ...	.0120	8 .1.	Still.
»	10.	*I II* ...	.0079	14 .1.	Sonnenschein.
»	10.	*II I* ...	.0100	8 .5.	Sonnenschein.

Mittel $367^{m}.0106 \pm 0^{mm}.7$.

Wahrscheinlicher Fehler einer Messung $= \pm 1^{mm}.4$.

---

[1]) Es ist leicht, auf Grund der Gleichung (16) zu zeigen, dass, wenn das Verhältniss zwischen den auf die Fehler des Kraftmessers ankommenden Correctionen zu den beiden Drahtlängen dasselbe ist wie zwischen den Dilatationen, die Fehler des Kraftmessers ohne Einfluss sind, und man ist daher nicht genöthigt, dieselben mit in Rechnung zu nehmen, *natürlicherweise doch nur dann, wenn die Temperatur durch die Differenzen der Drähte bestimmt wird.* Dieses ist beinahe der Fall bei Anwendung der Drahtpaare *A,B*, *D,C*, *A,C* und *D,B*.

Die Linie *II B'*.

1882. Mai	9.	*IIB'*...	$888^m.2372$	Temp. = + $11^\circ.5$.	Dünne Wolken.
»	10.	*IIB'*...	.2371	14 .6.	Sonnensch. Windst. = 1.
»	11.	*IIB'*...	.2287	14 .1.	Sonnensch. Windst. = 2.
»	15.	*IIB'*...	.2380	10 .3.	Sonnensch. Sturm senkrecht gegen die Drähte.

Mittel $888^m.2352 \pm 1^{mm}.5$.

Wahrscheinlicher Fehler einer Messung = $\pm 2^{mm}.9$.

$$\text{Die Linie } A'B' = 1995^m.0171 \pm \sqrt{\overline{0.5}^2 + \overline{0.7}^2 + \overline{1.5}^2}$$

$$= 1995\ .0171 \pm 1^{mm}.7.$$

Wahrscheinlicher Fehler einer Messung = $\pm\ 3^{mm}.4$

oder $^1/_{600\,000}$ der ganzen Länge.

Wenn die Messung Mai 11 von *II B'* ausgeschlossen wird [1]), so ist

$$II\,B' = 888^m.2374 \pm 0^{mm}.2,$$

wahrscheinlicher Fehler einer Messung = $\pm\ 0^{mm}.3$

und

$$A'B' = 1995^m.0193 \pm 0^{mm}.9;$$

der wahrscheinliche Fehler einer Messung = $\pm\ 1^{mm}.7$

oder $^1/_{1\,200\,000}$ der ganzen Länge.

Aus den Vermessungsprotocollen und den in der Note auf S. 38 angegebenen Höhen über dem Wasserspiegel werden als Mittelhöhen für die Linien (d. h. für die Stative oder die Punkte, auf welche die Messung sich bezieht, und nicht für den Boden selbst) hergeleitet:

die Linie	*A'I* ...	$11^m.6$	über dem Meerespiegel	
»	»	*II I* ...	7 .8	» » »
»	»	*II B'* ...	7 .8	» » »

woraus sich für die gemessenen Linien folgende Reductionen auf den Meerespiegel ergeben:

für *A'I* ... — $1^{mm}.3$, für *II I* ... — $0^{mm}.5$, für *II B'* ... — $1^{mm}1$.

[1]) Etwas, wozu das Vermessungsprotocoll jedoch keine Veranlassung giebt.

Auf den Meerespiegel reducirt, haben die drei Linien also folgende Längen:

$$A'I \dots 739^{m}.7700$$
$$III \dots 367\ .0101$$
$$IIB' \dots 888\ .2341$$

und die Linie $A'B'$, auf den Meerespiegel reducirt, gemäss der Drahtmessungen

$$A'B' = 1995^{mm}.0142.$$

Das Resultat der Connexion mit $A\,B$ ist (S. 40)

$$A'B' = 1995^{m}.0158,$$

welches sich von dem mit den Drähten bestimmten nur um

$1^{mm}.6$ oder $^1/_{1\,250\,000}$ der ganzen Länge unterscheidet.

Mit dem eben erwähnten Ausschluss einer der Messungen auf IIB' erhält man als Resultat der Drahtmessungen

$$A'B' = 1995^{m}.0164,$$

von welchem Werthe die Connexion sich nur mit

$0^{mm}.6$ oder $^1/_{3\,300\,000}$ der ganzen Länge unterscheidet.

Der wahrscheinliche Fehler einer Ablesungsdifferenz an den Scalen der beiden Drähte kann aus den hier mitgetheilten Messungsprotocollen (welche nicht mit Rücksicht auf bessere oder schlechtere Uebereinstimmung ausgewählt sind) unter der Voraussetzung erhalten werden, dass die Temperatur während der Messung der ganzen Linie constant gewesen ist. Da die Temperatur natürlicherweise aber etwas variirt hat, so ist auch dadurch die Variation der Differenzen etwas grösser und der Fehler geht auf diese Weise *zu gross* hervor. Man erhält aus dem Protocoll für die Linie

$$III \dots \pm 0^{mm}.156$$
$$IIB' \dots \pm 0\ .159$$
$$IA' \dots \pm 0\ .176$$

oder im Mittel .... $\pm 0\ .164.$

Der wahrscheinliche Fehler für die Differenz der beiden Ablesungen muss also kleiner sein als $\pm 0^{mm}.164$, und jede Ablesung für sich ist mit einem Fehler r behaftet, welcher kleiner ist als

$$\frac{\pm 0^{mm}.164}{\sqrt{2}} \text{ oder } \pm 0^{mm}.116.$$

Hieraus ergiebt sich gemäss der Gleichung (17) der wahrscheinliche Fehler der Vermessung einer 2 000 Meter langen Linie, da solchergestalt n gleich 80 ist,

$$\varphi < \pm 2^{mm}.86.$$

oder $$\varphi < 1/_{700\,000} \text{ der Länge.}$$

Der aus den Ablesungen an den Scalen der Drähte sich ergebende Fehler ist offenbar der grösste der aus zufälligen Ursachen entstehenden Fehler. Denn bei der Absteckung der Linie, obschon diese nur mit dem blossen Auge geschieht, kann der Durchschnittsfehler nicht 2 Centimeter übersteigen, welcher Fehler, wenn derselbe stets vorkäme, für jede Drahtlänge eine Correction von $0^{mm}.008$ oder für eine 2 000 Meter lange Linie von $0^{mm}.64$ verursachen würde, indem er stets in derselben Richtung geht. Der bei der Abwägung entstandene Fehler in den Höhendifferenzen zwischen den Stativen dürfte sich nicht auf ganz 3^{mm} belaufen, was, wenn die Neigung stets $\frac{1}{100}$ wäre, gemäss der Tabelle auf S. 15 u. 16 für jede Drahtlänge einen Längenfehler von $0^{mm}.03$ oder, da dieser Fehler seine Zeichen wechseln kann, für 80 Drahtlängen einen Längenfehler von $0^{mm}.03\sqrt{80} = 0^{mm}.27$ bedingen kann. Ist die Neigung überall $\frac{1}{20}$, so belaufen sich diese Fehler auf resp. $0^{mm}.15$ und $1^{mm}.3$, also auch dann auf bedeutend weniger als der von der eigentlichen Längenmessung (also von den Ablesungen an der Drahtscala) abhängende Fehler. Die Linie $A'B'$ ist, wie man aus den Protocollen und dem in Fig. 4 mitgetheilten Profile ersicht, im Ganzen genommen nicht wenig coupirt.

Der jetzt ausgeführten Herleitung des wahrscheinlichen Fehlers beim Messen mit Drähten dürfte ein Theil der Zuverlässigkeit abzusprechen sein, welche dieselbe zu besitzen scheint, denn es sind einige Anmerkungen gegen die bei der Anstellung der Versuche herrschenden Verhältnisse zu machen.

Bei der Beurtheilung der wahrscheinlichen Fehler der Messung ist theils auf die Uebereinstimmung der Drahtmessungen unter sich, theils auf die Uebereinstimmung des Endergebnisses derselben mit demjenigen zu sehen, das für die nämliche Linie beim Messen mit einem anderen Apparate erhalten worden ist.

In Bezug auf den ersteren Umstand sind die unerwartet ungünstigen Verhältnisse auf der Comparationslinie in Betracht

zu ziehen, denn dieselbe ist gerade während der Periode, wo die Comparationen geschahen, zufolge äusserer Einflüsse sehr variabel gewesen, was unbedingt zur Folge gehabt haben muss, dass theils die Längencorrectionen und theils auch die Dilatationen der Drähte mit einer geringeren Genauigkeit gefunden worden sind, als unter normalen, günstigeren Verhältnissen der Fall gewesen sein dürfte.

Aus dem Fehler in der Bestimmung der *Längencorrectionen* entsteht ein als constanter Correctionsfactor auftretender Fehler bei der Längenmessung sowie ein constanter Fehler in der mittelst der Differenzen beim Ablesen an den Scalen der Drähte bestimmten Temperatur.

Von dem Fehler in der Bestimmung der *Dilatationen* wird, nebst einem fehlerhaften Factor bei der Temperaturreduction der Linie, auch ein variabler Fehler in der Temperaturbestimmung bedingt.

Der Fehler in der Bestimmung der Längencorrectionen hat also für dieselbe Linie stets den gleichen Werth, und je mehr die Temperatur während der Messungen die gleiche gewesen, desto näher ist auch der aus der Unsicherheit in der Bestimmung der Dilatationen sich herleitende Fehler in der gemessenen Länge von der gleichen Beschaffenheit, d. h. für die fragliche Linie stets gleich.

Da bei den hier angeführten Längenmessungsexperimenten das letztere ziehmlich nahe der Fall gewesen ist, so muss der auf sämmtliche jetzt berührte Fehlerquellen ankommende Totalfehler annäherungsweise von einem constanten Correctionsfactor repräsentirt werden können oder für die Linie $A'B'$ bei allen ausgeführten Versuchen von derselben Grösse sein.

Die gegenseitige Uebereinstimmung zwischen den Messungen mit den Drähten auf der Linie $A'B'$ kann von diesen Fehlern also in keinem wesentlichen Grade gestört worden sein.

Was dagegen den Vergleich der Ergebnisse der Messung mit Drähten mit dem Ergebniss anbetrifft, das mit dem Apparat der Königl. Academie der Wissenschaften für die Linie AB erhalten worden, so ist Folgendes zu beachten:

1. durch die Connexion zwischen den Linien AB und $A'B'$ können in der Kentniss von der letzteren recht gut merkbare Fehler entstanden sein;

2. der Punkt B befindet sich jetzt unter der Erdoberfläche und der Stein, in welchem er markirt ist, kann durch das Aufschütten von Erde leicht verrückt worden sein;
3. der Punkt A ist in einem ziehmlich kleinen, an der Oberfläche der Erde liegenden Stein markirt und hat daher eine unsichere Lage; man hat beobachtet, dass dieser Stein durch einen über ihn hinfahrenden Geschützwagen aus der Vertiefung, in welcher er liegt, theilweise herausgehoben worden und dann wieder in dieselbe zurückgefallen ist;
4. die feinen, die Punkte A und B angebenden Bohrlöcher in den Eisenbolzen sind jetzt zugerostet und daher nicht mit Sicherheit wiedergefunden worden.

Die gute Uebereinstimmung zwischen der Länge, welche für die Linie $A'B'$ mit den Drähten und derjenigen, welche mittelbar durch die Connexion mit AB, gemessen mit dem Apparat der königl. Academie, erhalten worden, dürfte daher als ein in gewissem Grade glücklicher Zufall betrachtet werden können, obschon damit keineswegs gesagt sein kann, dass die fragliche Uebereinstimmung schlechter ausgefallen sein würde, wenn die erwähnten Widrigkeiten nicht stattgefunden hätten.

Nachdem diese Abhandlung im Mai des letztverflossenen Jahres der königl. Academie der Wissenschaften mitgetheilt wurde, sind die Experimente fortgesetzt und an den Apparaten einige Veränderungen angebracht worden. Was von dem hier beschriebenen, provisorischen Apparat gesagt werden konnte, kann daher nicht in Allem von ihm in seiner jetzigen Gestalt gelten.

Unter den Erfahrungen, welche in der letzten Zeit gemacht worden, ist eine von der Bedeutung, dass sie wie die übrigen hier nicht übergangen werden kann, nämlich eine Erfahrung bezüglich der Frage von der Veränderlichkeit oder Unveränderlichkeit der Drähte während längerer Zeiträume.

Das Mittel von den Zeiten, zu welchen die hier angeführten Messungen auf der Comparationslinie ausgeführt wurden, ist 1883.0. Die Linie wurde mit dem Basismessapparate der Academie am 3. und 4. September 1884 von neuem vermessen,

wobei auch vollständige Comparationen mit der Normalstange vorgenommen wurden. Die Länge der Linie zeigte dabei eine seit dem 12. November 1882 eingetroffene Verkürzung von nur $0^{mm}.1$. Die Drähte *A*, *B*, *C*, *D*, *E* und *F* wurden im Jahre 1884 einmal am 4. und 5. September (Temperatur = + 16° Cels.) und einmal am 12. November (Temp. = + 3°) comparirt. Die Resultate der Längenveränderungen der Drähte seit 1883.0 werden hier unten mit Ausnahme für den Draht *A* angeführt, welcher Draht im vergangenen Herbste bei der Anwendung bei der Hauptsternwarte zu Pulkowa einem seine Länge verändernden Missgeschick ausgesetzt war und daher hier übergangen worden ist. In der Zeit von 1883.0 bis 1884.8 sind sämmtliche Drähte vielfältig angewendet und solchergestalt viele Male aufgerollt und wieder zusammengewickelt worden.

Draht	Längenveränderung während 1.8 Jahre.
	mm
B (Messing)	— 0.05
C (Messing)	+ 0.12
D (Stahl)	- 0.02
E (Stahl)	+ 0.17
F (Messing)	+ 0.01.

Im Mittel, ohne und mit Bezug auf die Zeichen, sind die Längendifferenzen oder Veränderungen, wie sie aus den Beobachtungen hervorgegangen sind, respective $0^{mm}.07$ und $+ 0^{mm}.046$. Die Comparationen im September 1884 sind von Personen ausgeführt worden, die in dieser Arbeit ohne Uebung waren. Die Abweichungen oder die scheinbaren Längenveränderungen der verschiedenen Drähte fallen hier unbestreitbar innerhalb oder sehr nahe den wahrscheinlichen Fehlern der während der letzten Periode ausgeführten Comparationen.

Stockholm im März 1885.

Der Verfasser.

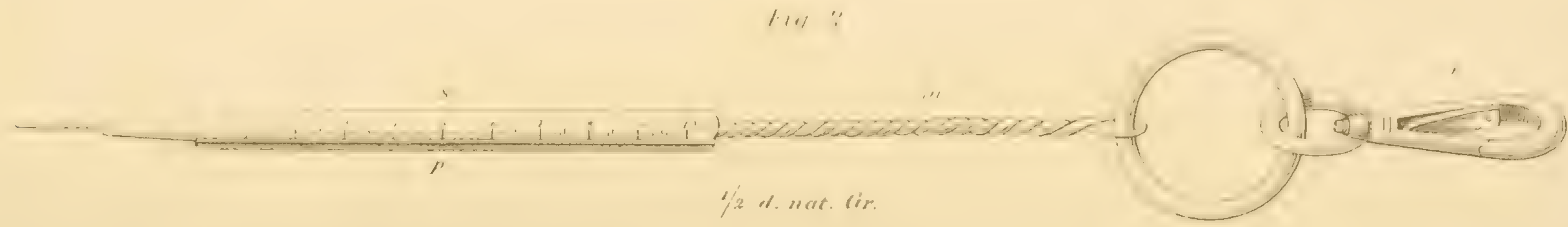
Hinweisungen.

Hierzu 2 Tafeln.

Fig 1

1/6 d. nat. Gr.

Fig 2



1/2 d. nat. Gr.

Maasstab: 1/15000.

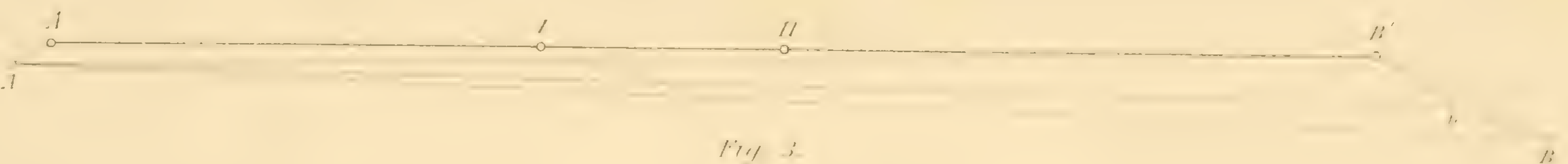


Fig. 3.



Fig. 4.

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 9. N:o 16.

HYDROGRAFISK-KEMISKA IAKTTAGELSER

UNDER

DEN SVENSKA EXPEDITIONEN TILL GRÖNLAND

1883

AF

AXEL HAMBERG.

I.

MED 7 TAFLOR.

MEDDELADT DEN 14 MAJ 1884.

STOCKHOLM, 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

1. Om bestämningarne af temperatur, specifik vigt och klorhalt.

De iakttagelser, som jag under Frih. NORDENSKIÖLDS expedition till Grönland 1883 var i tillfälle att göra, gingo ut på att genom temperaturbestämningar och kemiska undersökningar belysa de hydrografiska förhållandena vid Grönlands kuster. När det är fråga om det öppna hafvet, som har så små salthalts-, men stora värmedifferenser, torde väl temperaturobservationerna alltid förblifva de vigtigaste och de, som lemna de säkraste och lättast åtkomliga upplysningarne för en någorlunda riktig totaluppfattning af förhållandena. Derföre hafva de kemiska undersökningarne mången gång af vetenskapliga expeditioner lemnats å sido. Likväl måste man erkänna, att dessa mera mödosamma arbeten redan i och för sig kunna vara af stort intresse såväl i kemiskt som biologiskt hänseende, och de hafva äfven sin stora hydrografiska betydelse, i det genom dem många spörgsmål kunna besvaras, som uppkommit under studiet af temperaturbestämningarne.

För de skilda hydrografiska undersökningar, som ingingo i expeditionens plan, var jag försedd med en rik uppsättning af apparater, hvilka blifvit af mig iordningstälda och kontrollerade på Stockholms Högskolas kemiska laboratorium. Till dess föreståndare Dr OTTO PETTERSSON får jag härmed uttala mina hjertligaste tacksägelser för de råd han gifvit mig, de upplysningar han lemnat och den tid han för min skull haft ospard under de få och bråda veckor, då jag var sysselsatt med utrustningen.

För temperaturbestämningarne i djupare lager använde jag tvänne Miller-Casella- samt tvänne Negretti-Zambra-termometrar, de förra med termometerkulan, de senare i sin helhet

skyddade mot vattnets tryck. En mycket fin Geisslersk normaltermometer tjenade att kontrollera dessa.

Oaktadt Casella-termometrarna väl äro de lätthandterligaste och vigaste af de två ofvannämnde slagen af djupvattenstermometrar, kommo de likväl för mig till en mycket inskränktare användning än Negretti-Zambra-termometrarne på grund af de egendomliga temperaturförhållandena i de trakter, som expeditionen besökte. Mångenstädes hade det varit mig omöjligt att utröna den sanna värmefördelningen utan de förträffliga omvändningstermometrarne.

Negretti och Zambras instrument synes mig i och för sig vara utmärkt, men den metod, som oftast användes att åstadkomma omvändningen, har dock sina felkällor — såsom ju redan af flera blifvit påpekadt. Förutom det att den träklots, i hvilken termometern sitter efter något användande förlorar sin flytkraft och blir oduglig, fordrar metoden äfven, att upphalningen af termometerlinan ej afbrytes. För att undvika dessa svårigheter hade jag låtit göra en särskild omvändningsapparat. Den finnes afbildad på taflan I och var sammansatt på följande sätt.

A är en ihålig stålcylinder med 8 mm. tjocka väggar, hvilken vid b kan skrufvas isär. Beröringsytan vid b mellan de två olika delarne af cylindern är väl slipad och försedd med kautschukpackning. I den ena ändan af A är fäst en messingsskifva B af den form, som fig. 2 visar. Genom axlarne vid a ledar cylindern uti metallramen C, hvilken i sin öfre ända är försedd med en ögla. Axlarnes fästpunkt på A är sådan, att den del af A, som bär B, väger åtminstone några hundra gram mer än den motsatta delen. Genom ställskrufven D åstadkommes, att, då messingskifvan B är riktad uppåt, A alltid måste intaga en sned ställning mot C. Då B är vänd nedåt, äro A och C i det närmaste parallela.

När apparaten skall begagnas, skrufvas A i sär, och omvändningstermometern nedföres med sin toppända åt B till. Derefter nedhälles en så stor mängd qvicksilfver, att denna jemte termometerkulans qvicksilfver är fullt i stånd att uppväga den öfvervigt, som den med B försedda ändan äger. Apparaten tillskrufvas och är färdig till användning.

Under nedfirningen i hafvet håller vattnet metallskifvan B uppåt, dermed äfven den inneslutna termometern i upprät ställning och termometerkulan omgifven af qvicksilfver. När

man deremot börjar uppdraga apparaten, vänder sig A, termometern får sin omvända ställning, och det tillsatta qvicksilfret rinner ned mot B.

Af det nu sagda samt af fig. 1 och 3 inses lätt, att det fordras en mycket mindre kraft att erhålla ställningen 3 af ställningen 1 än tvärt om. I det ena fallet har vattnet genom metallskifvans sneda ställning och cylinderns nästan indifferenta läge en stor yta att verka på samt föga tyngd att öfvervinna, i det andra en obetydlig yta och flere hundra gram att lyfta.

Om under nedfirningen apparaten af någon anledning skulle hafva vändt sig, så är likväl den hastighet, hvarmed lodet sjunker, tillräcklig att göra denna vändning om intet. När apparaten träffat bottnen eller uppnått den punkt, till hvilken den skulle sänkas, så vänder den sig i de flesta fall genast, och, då man ej arbetar på så stora djup, att termometern hinner följa med i temperaturvexlingarna, så måste man derföre låta termometern accommodera sig derpå hissa upp den några meter och sedan plötsligt fira ned den lika många för att erhålla en ny och riktig bestämning af temperaturen på den punkt, som undersökes. Under upphalningen har termometern en ganska säker ställning, och, om det ej är alltför stark sjögång, kan upphalningen trygt afbrytas, utan att man behöfver befara någon ny vändning. Jag var derför ofta i tillfälle att på olika djup samtidigt hafva i bruk två Negretti-Zambra-termometrar, om jag till den öfre använde den vanliga träklotsen med hagelrännan, men den här beskrifna omvändningsapparaten till den undre.

Den tjocka stålcylindern A minskar i mycket ringa grad känsligheten hos den inneliggande termometern, som genom qvicksilfver står i omedelbar beröring med stålet. Termometrarne äro uti denna apparat säkert skyddade mot vattnets tryck, och till och med sådana, på hvilka det yttre glaset är sönder, kunna användas. Apparaten är otvifvelaktigt en mycket bättre omvändningsapparat än den allmänt använda träklotsen med hagelrännan. Likväl måste jag medgifva, att en omvändning, som åstadkommes med propeller, måste vara ännu säkrare.

För att erhålla material till den kemiska undersökningen af djupvatten hade jag till mitt förfogande tvänne vattenhämtare, båda af F. L. Ekmans konstruktion. Den ena af

dessa var värmeisolerande [1]) och användes på mindre djup, den andra var den med propeller försedda s. k. oceaniska [2]).

Samtliga vattenprof undersöktes med afseende på sin klorhalt och specifika vigt. På dem, som efter ett flyktigt bedömande kunde anses mest typiska, mest interessanta för vidare bearbetning, gjordes bestämningar af den lösta qväfvemängden. Många prof buteljerades för att lemna material till analytiska undersökningar och en mindre del insmältes för att efter hemkomsten pröfvas på sin kolsyrehalt.

För bestämningarna af hafsvattnens egentliga vigter var expeditionen försedd med dubletter af areometrar för specifika vigterna 1,0000—1,0150 samt 1,0150—1,0300. De voro förfärdigade hos ÅDERMAN i Stockholm samt graderade och justerade efter destilleradt vatten och några i lämplig mån utspädda eller koncentrerade hafsvatten, om hvilkas specifika vigter jag med SPRENGELS pyknometer erhållit kännedom. Vid bestämmandet af dessa tal tillvägagick jag på följande sätt. Pyknometern fyldes vid 0° med de ifrågavarande vattnena, och vigterna af de vid 0° lika volymerna dividerades med vigten af den mängd destilleradt vatten, som vid 0° rymdes i pyknometern. De sålunda erhållna talen, specifika vigterna vid $\frac{0^\circ}{0^\circ}$ [3]), multiplicerades med 0,999871, rent vattens specifika vigt vid 0°, och på detta sätt erhöll jag utan några korrektioner för glasets utvigdning hafsvattnens egentliga vigter vid 0° i förhållande till rent vatten af + 4° såsom enhet.

Areometrarna ställdes och justerades på dessa vatten vid 0° och blefvo således inrättade för att angifva den specifika vigten vid $\frac{0^\circ}{4^\circ}$ [3]). Jag valde denna punkt hufvudsakligen på inrådan af Dr O. PETTERSSON, som föröfrigt yttrat sina åsigter i frågan [4]). Det är af nöden, att någon gång en sådan punkt

[1]) Den Norske Nordhafs-Exp. IV Om Apparaterna og deres Brug af C. WILLE.

[2]) Description of hydrographical and meteorological instruments, exhibited by Göteborgs och Bohusläns hushållnings-sällskap at the Philadelphia exibition 1876, invented by F. L. EKMAN. Stockholm 1876. N:r 4 & 5.

[3]) Om detta beteckningssätt se: Om hafsvattnet utmed bohusländska kusten af F. L. EKMAN. Kongl. Sv. Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bd 9, N:r 4, s. 6.

[4]) Contributions to the hydrography of the Siberian sea by OTTO PETTERSSON. Vega-Expeditionens Vetenskapliga Iakttagelser, Bd 2. s. 328.

allmänt antages för att underlätta jemförelsen mellan olika författares uppgifter. Det synes mig, att 0°, som i så många fall lyckats åstadkomma enhet, är ganska lämplig äfven på grund af den lätthet och säkerhet, med hvilken den praktiskt kan erhållas. Den »allmänna rumstemperatur», till hvilken så många författare reducerat sina tal, torde vara mycket olika. Huru stor förbistringen är, kan man inse, om jag nämner, att tyskar och äfven norrmän i allmännhet använda 17°,5 till normalpunkt, engelsmän deremot 15°,6 (= 60° Fahr.), under det äldre engelska uppgifter äro reducerade till 16°,7 (= 62° Fahr.), GREGORIEF har begagnat 17°, EKMAN, BÖRGEN, BESSELS m. fl. 15° o. s. v. Näppeligen torde man väl bland dessa temperaturer finna någon med så utpräglade fördelar, att den blefve antagen af alla.

De tal, med hvilka jag skulle kunna reducera vid högre temperaturer aflästa egentliga vigter till 0°, har jag ej räknat mig till, utan experimentelt erhållit, i det jag med hvarje areometer tagit specifika vigten vid olika temperaturer på ganska många vatten, hvilkas respektive egentliga vigter vid $\frac{0°}{4}$ med pyknometer blifvit bestämda. Areometrarna voro graderade i grader, som gälde en enhet i fjerde decimalen på det tal, som uttrycker specifika vigten. Gradernas storlek tillät mycket väl en riktig uppfattning af åtminstone två enheter i femte decimalen.

Föga lär väl hafva fattats i noggrannheten af areometrarnas gradering och justering; men jag tror, att det är mycket svårt att under en sjöresa till fullo begagna sig deraf. Det torde ej tillhöra sällsyntheterna, att tvänne på samma vatten gjorda bestämningar med detta instrument ligga utom ganska vida gränser. Trots det att man använder Cardansk upphängning för areometer-cylindern, är det nästan omöjligt att erhålla några skarpa resultat ombord på ett fartyg, som rullar eller är i den minsta rörelse. Der stor noggrannhet ej är af nöden, der differenserna äro stora, der är areometern ett mycket praktiskt och lättvindigt sätt att bestämma den egentliga vigten och salthalten. Men der noggrannhet behöfves, kan den endast tjena till kontroll på, att inga gröfre afläsningsfel äro begångna vid användandet af bättre metoder.

Den, som vill hafva möjligast skarpa bestämningar af salthalten, måste ovilkorligen föredraga det indirekta sättet att titrera på kloren med silfvernitrat — åtminstone i sådana fall

att undersökningarna företagas ombord. Om man arbetar på fasta landet, ger titreringen mycket bättre resultat än bestämningen med areometer, och på hafvet i sjögång är skilnaden metoderna emellan ännu större.

Vid samtliga titreringar använde jag tvänne kranbyretter och en pipett, likaledes försedd med kran. Byretterna rymde 33 cubikcentimeter hvardera, samt voro graderade i 0,05 cc.; 0,01 cc. kunde säkert afläsas. För att underlätta afläsningen begagnades alltid s. k. Erdmannska simmare, hvilka visade sig särdeles praktiska i synnerhet vid titrering under sjögång. Den ofvannämnda pipetten rymde 10 cc. mellan tvänne märken, inristade på rör af ganska fin kaliber. Mätapparaterna voro kalibrerade af mig före expeditionens början.

Pipetten användes till uppmätning af hafsvatten, den ena byretten till silfvernitratlösningen och den andra till en klornatriumlösning, som i det närmaste motsvarade silfverlösningen och tjenade till att ställa den samma. Klornatriumlösningen förvarades i tillsmälta glasrör, af hvilka jag medförde en mer än tillräcklig mängd. Kloren var deri bestämd genom tre med hvarandra väl öfverensstämmande vägningsanalyser. Dessa insmälta lösningar visade sig vara oundgängliga och begagnades derföre ofta.

Rymden af pipett och byretter var så tilltagen, att den skulle lämpa sig för titrering med en silfvernitratlösning, af hvilken 3 cc. fälde 1 cc. hafsvatten. Jag valde detta förhållande, emedan jag trodde mig på detta sätt kunna uppnå en tillräcklig noggrannhet genom ett temligen stort mått på kloren — samt en ej alltför stor fällning i förhållande till vätskans volym utan att nödsakas använda destilleradt vatten.

Med afseende på noggrannheten af de på ofvannämnda sätt gjorda klorbestämningarna tror jag mig kunna anslå 0,002 proc. såsom maximum-, 0,001 proc. såsom mediumskilnad mellan två på samma vatten omsorgsfullt gjorda titreringar, hvilket för hafsvatten af vanlig salthalt skulle gifva en osäkerhet af $\pm$ 0,025 proc. af den bestämda qvantiteten. Med areometer torde man sällan kunna undvika fel kanske tio gånger så stora som dessa.

Såsom en illustration till den finess, med hvilken kloren kan bestämmas på ofvannämnda sätt, vill jag hänvisa till nedanstående titreringar, af hvilka den första serien, som visar

nästan konstant högre värden, är utförd ombord, den andra efter hemkomsten i Stockholm.

1,9470	1,9475
1,9484	1,9496
1,9470	1,9475
1,9463	1,9469
1,9395	1,9407

På många ställen skulle jag ej kunnat uppdaga den sanna förändringen af salthalten med djupet, om jag ej hade användt titrering. Härpå lemnas goda bevis genom bestämningarne på vattenprofven från stationerna 5, 6, 7 på Grönlands ost- och sydkust samt 41 i Arsukfjorden. De med areometer erhållna specifika vigterna tala der för absurda förändringar eller oförklarlig oföränderlighet i salthalt, medan klorbestämningarna visa regelbundna serier, om hvilkas relativa sanning man ej kan känna sig uppfordrad att hysa minsta tvifvel.

Vid uträkningen af proc. salt utaf proc. klor har jag användt 1,809 såsom klorkoefficient. Detta tal har TORNÖE erhållit af sina talrika bestämningar och användt vid sina uträkningar [1]). Det öfverensstämmer för öfrigt nästan fullkomligt med EKMANS och FORCHHAMMERS.

Genom titreringen kan man nu således komma till en ganska noggrann kännedom om variationerna af salthalten i hafvet, och de tal, som man sålunda får, böra vara tillfredsställande, om man endast har med ytvatten att göra. Men om frågan är att jemföra vattenlager af olika djup med hvarandra, så äro andra siffror ofta mer intressanta. På ställen der salthalt och temperatur med djupet tilltaga, eller der båda aftaga, måste alltid den frågan tränga sig på en, om vattenlagren hvila säkert på hvarandra, eller med andra ord, om vattenlagrens specifika vigter vid deras egna temperaturer med djupet till- eller aftaga. För detta ändamål måste man först känna vattnens specifika vigter vid en gemensam temperatur t. ex. 0°. Att de upplysningar, som areometern kan gifva, äro alldeles otillräckliga och mången gång vilseledande, då differenserna äro små, såsom oftast i dessa fall, har jag redan nämnt. Det bästa sättet vore väl att med pyknometer taga den specifika vigten; men det är mycket besvärligt, och ombord på ett fartyg är det outförbart.

---

[1]) Den Norske Nordhafs-Expeditionen 1876—78. Chemi. Om Saltholdigheden af Vandet i det Norske Nordhaf af HERCULES TORNÖE, s. 55.

Deremot vet jag ej, hvad som skulle hindra att af klormängden beräkna specifika vigten. Den invändningen kan naturligen göras, att förhållandet mellan hafssaltets olika beståndsdelar kan vara olika i skilda vatten, och att man således af en riktig titrering skulle kunna räkna sig till en oriktig specifik vigt. Men man löper ju fara att begå samma fel, när man af klorhalt beräknar salthalt. Ett ondt får visserligen ej försvara ett annat ondt, men detta onda är sannolikt af en så obetydlig beskaffenhet, att man torde få tvifla på dess existens — och hafssaltets sammansättning är ju nästan oföränderlig, åtminstone får man väl anse motsatsen vara långt ifrån bevisad.

För att fastställa förhållandet mellan egentlig vigt och klormängd har jag på tio olika vatten tagit den specifika vigten vid $\frac{0^\circ}{4^\circ}$ med pyknometer samt omsorgsfullt titrerat på dem. Resultatet står sammanfördt i nedanstående tabell.

Vatten-profvets nummer.	Klor-mängd per liter vid 0°	$\frac{\text{Sp. v.} \frac{0^\circ}{4^\circ} - 1}{\text{Cl.}}$	0,00147 — 0,000003 Cl.	Sp. v. $\frac{0^\circ}{4^\circ}$, beräknad af Cl.	Sp. v. $\frac{0^\circ}{4^\circ}$, tagen med pyknomet.	Differens. Beräkn. sp. v. — funnen sp. v.
82	14,540	0,001422	0,001426	1,02074	1,02068	+ 0,00006
24	17,700	0,001415	0,001417	1,02508	1,02504	+ 0,00004
18	17,702	0,001421	0,001417	1,02508	1,02515	— 0,00007
64	18,833	0,001415	0,001414	1,02662	1,02664	— 0,00002
19	19,784	0,001410	0,001411	1,02791	1,02790	+ 0,00001
45 & 46	19,950	0,001409	0,001410	1,02814	1,02810	+ 0,00004
43 & 44	20,016	0,001409	0,001410	1,02822	1,02820	+ 0,00002
41 & 42	20,023	0,001409	0,001410	1,02823	1,02822	+ 0,00001
37 & 38	20,023	0,001411	0,001410	1,02823	1,02826	— 0,00003
39 & 40	20,039	0,001410	0,001409	1,02824	1,02826	— 0,00002

Det tal, som jag sökt att bestämma, är en koefficient

$$= \frac{\text{Sp. v.} \frac{0^\circ}{4^\circ} - 1}{\text{Cl.}}$$

Såsom synes af ofvanstående är detta tal ej fullt identiskt för vatten af olika salthalt, utan ökas, när denna minskas, och tvärtom.

Vid beräkningarna har jag användt följande enkla formel:

$$\text{Sp. v.} \frac{0^\circ}{4^\circ} = 1 + \text{Cl} \, (0{,}00147 - 0{,}000003 \text{ Cl})$$

Cl = gram klor per liter vid 0°. Till hvilken noggrannhet jag genom denna formels användande kan komma, synes af tabellen.

Den halfva differensen mellan den experimentelt erhållna och den beräknade egentliga vigten är i medeltal ± 0,00002.

Formeln kan väl knappast vara fullt pålitlig, när det är fråga om vatten af låg specifik vigt. Men i sådana fall är den äfven onödig, emedan i hafsvikar, der ett mycket utspädt vatten förekommer, differenserna i salthalt mellan olika lager vanligen äro så stora, att de med säkerhet kunna påvisas med areometer. Deremot torde formeln på verkliga »hafsvatten» vara ganska användbar.

Jag har begagnat den för att af samtliga klorbestämningar uträkna de respektiva specifika vigterna vid $\frac{0°}{4°}$. Af dessa har jag sedan med hjelp af PETTERSSONS grafiska reproduktion [1]) af sina egna och EKMANS undersökningar öfver hafsvattnets utvidgning beräknat den egentliga vigten vid profvets egen temperatur (sp. v. $\frac{t°}{4°}$).

2. Om den ostgrönländska polarströmmen.

Danmark-sundet eller hafvet mellan Island och Grönland är i hydrografiskt afseende mycket intressant. Hafsströmmar af utprägladt olika natur finnas der representerade inom ovanligt trånga gränser, och undersökningar, som der göras, böra derföre i rent teoretiskt hänseende vara ganska instruktiva.

Den varma ström Irmingerströmmen, som sköljer Islands vestra och norra kust, har af den danska marinens expeditioner med Fylla 1877 och 1878 af CAROC [2]) och BARDENFLETH [3]) blifvit ganska utförligt undersökt med afseende på sina värmeförhållanden. Det framgår af deras iakttagelser bland annat, att den varma strömmen uppnår en ganska betydlig mäktighet, att den på 65° n. lat. ännu i 575 meters djup har en temperatur af + 5°,9, samt att på de djupaste ställena i Danmark-sundet temperaturen är jemförelsevis hög. Så erhölls t. ex. vid bottnen i 2110 meters djup temperaturen + 3°,3. Denna höga värmegrad måste ovilkorligen med anledning af polarhafvets och polarströmmens närhet väcka en viss förvåning,

---

1) Vega-Exp. Vetensk. Iakt. Bd 2. Plate 23.

2) Havets Strömninger ved Island af N. HOFFMEYER. Geografisk Tidskrift, Bd 2, 1878, s. 88.

3) Dybvands-Undersögelser i Havet omkring Island af F. BARDENFLETH. Geografisk Tidskrift, Bd. 3, 1879, s. 47.

om man betänker, huru förhållandena äro på samma latitud i det norska nordhafvet, der en temperatur af + 3° knappast torde träffas djupare än 900 meter.

En tillfredsställande förklaring på detta förhållande erhölls genom MOURIER [1]), hvilken sommaren 1879 med Ingolf fortsatte de hydrografiska undersökningarna i Danmark-sundet. Genom sina lodningar fann han att mellan Grönland och Island sträcker sig en högst 600 meter djup bottentröskel, som afstänger Ishafvets kalla bottenvatten från att intränga i Atlantens stora nordvestliga bäcken.

MOURIER gjorde äfven en annan i hydrografiskt afseende intressant iakttagelse. Under Ingolfs färd utmed iskanten observerade han söder om 67° n. lat. städse en jemförelsevis hög bottentemperatur, och deraf drog han den slutsatsen, att polarströmmen, sedan den passerat ofvannämnda bottentröskel, framlöper på ett lager af varmt vatten. Denna uppgift kan visserligen ej fullt förlika sig med HOFFMEYERS diskussion af Fyllas observationer 1877, men att MOURIERS förmodan var riktig, det torde den svenska expeditionen med Sofia kunna intyga genom visserligen ej talrika, men likväl afgörande temperaturserier, tagna midt i sjelfva polarströmmen samt till och med innanför den samma.

I nedanstående tabeller har jag samlat de bestämningar af temperatur, klorhalt och specifik vigt, som blifvit gjorda under expeditionens gång i Danmark-sundet och längs Grönlands ostkust.

Temperaturserier.

N:o.	Stat. N:o.	Datum.	Nordlig latitud.	Vestlig longitud.	Djup till bottnen (meter).	Observationens djup (meter).	Temp. (Celsius).	Anmärkningar.
		Juni						
1	4	12	65°15′	35°30′	300	0	−1°,2	Bland polarisen.
»	»	»	»	»	»	100	+3°	
»	»	»	»	»	»	300	+5°?	
2	5	13	63°36′	38°1′	?	0	+5°,2	Utanför polarströmmen, men i dess omedelbara närhet.
»	»	»	»	»	»	20	+6°	
»	»	»	»	»	»	35	+6°,1	
»	»	»	»	»	»	75	+6°,1	
»	»	»	»	»	»	100	+6°	

[1]) Ingolfs Expedition i Danmarkstrædet af A. MOURIER. Geografisk Tidskrift. Bd 4, 1880, s, 47.

N:o.	Stat. N:o.	Datum.	Nordlig latitud.	Vestlig longitud.	Djup till bottnen (meter).	Observationens djup (meter).	Temp. (Celsius).	Anmärkningar.
		Juni						
3	6	14	62°35′	40°4′	?	0	+2°,2	I iskanten.
»	»	»	»	»	»	25	+3°,9	
»	»	»	»	»	»	50	+5°,1	
»	»	»	»	»	»	100	+5°,7	
»	»	»	»	»	»	200	+5°,7	
»	»	»	»	»	»	450	+5°,1	
		Aug.						
4	52	31	59°43′	43°16′	215	0	+0°,1	I polarströmmen, ungefär 15′ innanför dess östra kant.
»	»	»	»	»	»	50	0°	
»	»	»	»	»	»	100	0°	
»	»	»	»	»	»	150	+1°	
»	»	»	»	»	»	200	+3°	
		Sept.						
5	57	1	60°46′	41°42′	1400	0	+7°	Utanför polarströmmen, men nära den samma.
»	»	»	»	»	»	100	+5°,8	
»	»	»	»	»	»	500	+5°,1	
»	»	»	»	»	»	1350	+3°,7	
6	59	2	63°10′	40°35′	750	0	−0°,8	I polarströmmen, men dock i temligen isfritt vatten.
»	»	»	»	»	»	100	−0°,7	
»	»	»	»	»	»	400	+0°,2	
»	»	»	»	»	»	700	+4°	
7	61	4	65°33′	37°32′	90	0	−0°,4	Under det grönländska landet innanför polarströmmen.
»	»	»	»	»	»	25	−1°	
»	»	»	»	»	»	50	−0°,85	
»	»	»	»	»	»	58	−0°,6	
»	»	»	»	»	»	82	0°	
»	»	»	»	»	»	90	+0°,1	
8	62	5	65°25′	37°15′	250	0	+4°,7	Utanför polarströmmen, men i dess omedelbara närhet.
»	»	»	»	»	»	50	+5°,5	
»	»	»	»	»	»	150	+5°,4	
»	»	»	»	»	»	250	+5°,2	
9	63	6	66°18′	34°50′	255	0	−0°,7	I polarströmmen, ungefär 15′ innanför dess östra kant.
»	»	»	»	»	»	50	−1°,5	
»	»	»	»	»	»	100	−0°,7	
»	»	»	»	»	»	150	+1°,5	
»	»	»	»	»	»	200	+3°,1	
10	64	6	65°51′	33°5′	260	0	+3°,5	I fullkomligt isfritt vatten.
»	»	»	»	»	»	260	+3°,2	
11	65	7	65°17′	30°30′	2025	0	+8°,6	I Irmingerströmmen.
»	»	»	»	»	»	100	+7°,2	
»	»	»	»	»	»	500	+5°,6	
»	»	»	»	»	»	1000	+4°,4	
»	»	»	»	»	»	2025	+1°,2	

Bestämningar af specifi

N:o.	Stat. N:o.	Datum.	Nordlig latitud.	Vestlig longitud.	Djup (meter).	Temp. (Cels.). t°.	Specifik vigt enl. areometer	vid temp.
		Juni						
1	1	6	nära Kap Utscalar		50	+6°,1	1,0270	11°
2	2	8	Reykiavik		0	+6°,4	1,0270	8°
3	3	12	65°27′	35°4′	0	−0°,8	1,0252	13°
4	4	»	65°15′	35°30′	100	+3°	1,02565	16°,4
5	»	»	»	»	300	+5°,7	1,02635	14°,4
6	5	13	63°36′	38°1′	0	+5°,2	1,0260	16°,7
7	»	»	»	»	20	+6°	1,02665	14°
8	»	»	»	»	35	+6°,1	1,02665	14°
9	»	»	»	»	75	+6°,1	1,02615	16°,9
10	»	»	»	»	100	+6°	1,02615	16°,9
11	6	14	62°35′	40°4′	0	+2°,2	1,0251	16°,9
12	»	»	»	»	50	+5°,1	1,0259	16°,9
13	»	»	»	»	450	+5°,1	1,02655	13°,5
		Aug.						
14	51	30	59°28′	44°	0	+0°,5	1,0247	5°
15	52	31	59°43′	43°16	0	+0°,1	1,0253	5°,3
16	»	»	»	»	100	0°	1,0258	11°
17	»	»	»	»	200	+3°	——	—
18	53	»	59°33′	43°25′	0	+0°,5	1,02375	12°,6
19	54	»	59°43′	42°30′	0	+7°,9	1,0264	13°,6
20	55	»	59°57′	42°21′	0	+2°,5	1,02425	13°
		Sept.						
21	56	1	60°43′	41°40′	0	+4°,4	1,0260	13°,5
22	57	»	60°46′	41°42′	0	+7°	1,02625	12°,8
23	»	»	»	»	1350	+3°,7	1,02765	4°,5
24	58	2	62°11′	40°50′	0	+0°,6	1,0239	11°,1
25	59	»	63°10′	40°35′	0	−0°,8	1,02325	11°
26	»	»	»	»	100	−0°,7	1,02375	11°,4
27	»	»	»	»	400	+0°,2	1,02495	12°,6
28	60	4	65°30	37°21′	0	−0°,5	1,02215	11°,7
29	61	»	65°33′	37°32′	0	−0°,4	1,0227	11°,2
30	»	»	»	»	50	−0°,85	1,02485	11°,3
31	62	5	65°25′	37°15′	0	+4°,7	——	—
32	»	»	»	»	50	+5°,5	——	—
33	»	»	»	»	150	+5°,4	——	—
34	»	»	»	»	250	+5°,2	——	—
35	63	6	66°18′	34°50′	0	−0°,7	——	—
36	64	»	65°51′	33°5′	0	+3°,5	——	—
37	65	7	65°17′	30°30′	0	+8°,6	——	—
38	»	»	»	»	»	»	——	—
39	»	»	»	»	100	+7°,2	——	—
40	»	»	»	»	»	»	——	—
41	»	»	»	»	500	+5°,6	——	—
42	»	»	»	»	»	»	——	—
43	»	»	»	»	1000	+4°,4	——	—
44	»	»	»	»	»	»	——	—
45	»	»	»	»	2025	+1°,2	——	—
46	»	»	»	»	»	»	——	—

[1]) Dessa specifika vigter äro efter hemkomsten tagna med SPRENG

igt och klorhalt.

Sp. v. $\frac{0°}{4°}$, enl. areometer.	Gram Cl. per liter v. 0°.	Procent klor.	Proc. salt, beräkn. af klorm.	Sp. v. $\frac{0°}{4°}$, beräknad af klormängd.	Sp. v. $\frac{t°}{4°}$, beräknad af klormängd.
1,02805	19,81	1,927	3,486	1,02794	1,02738
1,02765	19,62	1,909	3,453	1,02768	1,02709
1,0265	18,67	1,819	3,291	1,02640	1,02643
1,02735	19,51	1,899	3,436	1,02754	1,02732
1,0279	19,79	1,926	3,483	1,02792	1,02750
1,02795	19,82	1,928	3,487	1,02795	1,02751
1,0281	19,95	1,940	3,510	1,02813	1,02759
1,0281	19,96	1,942	3.513	1.02814	1,02759
1,0281	20,01	1,946	3,520	1,02820	1,02765
1,0281	20,03	1,948	3,524	1,02823	1,02769
1,0271	19,27	1,876	3,395	1,02722	1,02708
1,02785	19,82	1,928	3,489	1,02796	1,02753
1,02785	19,96	1,942	3,513	1,02815	1,02772
1,02515	17,83	1,739	3,146	1,02525	1,02522
1,02575	18,27	1,782	3,223	1,02586	1,02585
1,0269	18,99	1,849	3,345	1,02683	1,02683
——	19,39	1,887	3,414	1,02737	1,02715
1,0250	17,70	1,727	3,124	1,02508	1,02505
1,0278	19,78	1,925	3,482	1,02791	1,02713
1,0256	18,21	1,776	3,213	1,02578	1,02564
1,0274	19,50	1,899	3,435	1,02753	1,02718
1.02755	19.71	1,918	3,469	2,02780	1,02714
1,02795	19,95	1,941	3,511	1,02813	1,02784
1,02495	17,63	1,720	3,112	1,02498	1,02495
1,0242	17,09	1,669	3,019	1,02425	1,02428
1,02475	17,51	1,709	3,092	1,02482	1,02484
1,02625	18,42	1,795	3,248	1,02606	1,02605
1,02305	16,47	1,610	2,912	1,02340	1,02342
1,0235	16,73	1,634	2,957	1,02375	1,02376
1,02595	18,35	1,788	3,235	1,02596	1,02599
——	19,40	1,888	3,416	1,02738	1,02699
——	19,68	1,915	3,464	1,02776	1,02728
——	19,92	1,938	3,506	1,02809	1,02762
——	19,96	1,941	3,512	1,02814	1,02770
——	16,65	1,627	2,943	1,02365	1,02367
——	19,28	1,878	3,396	1,02723	1,02697
1,02826 [1]	20,020	1,9470	3,522	1,02823	1,02734
»	20,026	1,9475	3,523		
1,02826 [1]	20,034	1,9484	3,525	1,02824	1,02756
»	20,047	1,9496	3,527		
1,02822 [1]	20,020	1,9470	3,522	1,02823	1,02774
»	20,026	1,9475	3,523		
1,02820 [1]	20,013	1,9463	3,521	1,02822	1,02786
»	20,019	1,9469	3.522		
1,02810 [1]	19,943	1,9395	3,509	1,02814	1,02805
»	19,956	1,9407	3,511		

nometer.

I slutet af uppsatsen har jag intagit en tabell öfver ytvattnets temperatur. Den observerades så väl under bort- som hemresan på färderna mellan Island och Grönlands ostkust samt längs polarströmmen. På taflan II har jag lemnat en grafisk framställning af hafsytans temperatur i Danmark-sundet. Coordinatsystemets abscisser representera longitud och dess ordinater temperatur. Jag har för att underlätta konstruktionen lemnat latitud och oregelbundenheter i kursen utan afseende.

Det torde af de båda curvorna framgå, att temperaturen i Irmingerströmmen vid de två olika tillfällena var ganska konstant, samt att någon jemn öfvergång mellan den kalla och varma strömmen ej existerade, utan, såsom ofta är tillfället, när tvänne ytströmmar af olika natur gå bredvid hvarandra, uppträdde band af omvexlande kallt och varmt vatten. En sådan mer eller mindre isolerad utlöpare från polarströmmen är såväl i Juni som September iakttagen på ungefär 32° v. long. Det ser nästan ut, som om strömmen ej skulle kunna hålla riktigt tillsamman under den starka böjning åt vester, som den grönländska kusten gör mellan Kap Brewster och Kap Dan.

I allmänhet tyckes den ostgrönländska polarströmmen vara skarpare begränsad under den sydligare delen af sitt lopp. På 60° n. lat. kan man träffa en temperatur af 7 till 8 grader på ett afstånd af omkr. $^{1}/_{2}$ sjömil från isgränsen, under det man för så stora temperaturdifferenser på 65° och 66° n. lat måste tillryggalägga 15 till 20 mil. Detta förhållande kan naturligen ej vara konstant, utan ändras sannolikt med strömmens bredd, med dess till- eller aftagande, med olika vindar o. s. v.

De temperaturvexlingar, som ega rum vid gränsen mellan det kalla och varma ytvattnet, följas temligen troget af vexlingar i salthalt; en högre temperatur motsvaras af en högre salthalt och tvärtom. Så erhöllos t. ex. nedannämnda salthalter i förening med vidstående temperaturer.

Omkring 60° n. lat.		Omkring 65°—66° n. lat.	
Proc. salt.	Temp.	Proc. salt.	Temp.
3,124	+ 0°,5	2,912	— 0°,5
3,146	+ 0°,5	2,943	— 0°,7
3,223	+ 0°,1	2,957	— 0°,4
3,213	+ 2°,5	3,396	+ 3°,5
3,435	+ 4°,4	3,416	+ 4°,7
3,469	+ 7°,0	3,522	+ 8°,6.
3,482	+ 7°,9.	—	—

Det visar sig, att — såsom man kunde vänta — salthalten i den kalla strömmen på grund af ojemn issmältning är temligen vexlande. Men vid sidan af denna oregelbundenhet råder dock sannolikt äfven en ganska regelbunden variation med latituden. I medeltal erhöllos af de under hemresan tagna profven

för	lat.	59°—60°	3,164	proc.	salt	och	temp.	+ 0°,4,
»	»	62°—63°	3,066	»	»	»	»	— 0°,2,
»	»	65°—66°	2,937	»	»	»	»	— 0°,5.

Salthalten synes således vara minst i den nordliga och störst i den sydliga delen, eller med andra ord, ju mer strömmen efter att hafva passerat bottentröskeln mellan Island och Grönland under sitt lopp mot söder kommer i beröring med Atlantens koncentrerade vatten, desto saltare blir dess eget.

En öfversigtligare framställning af salthalten under Augusti och September i polarströmmen och närliggande områden torde erhållas af kartan på taflan VI. För jemförelsens skull har jag der för det grönländska hafvet och strömmens nordligaste delar upptagit några bestämningar, gjorda af den andra tyska nordpolsexpeditionen [1]). De af den samma funna specifika vigterna vid $\frac{15°}{15}$ äro af mig reducerade till proc. salt, men endast sådana tal, som förskrifva sig från Augusti eller September, hafva blifvit använda. Der flere observationer funnos från ungefär samma område, har jag på kartan uppsatt medeltal.

Ytvattnets salthalt i polarströmmen varierar sannolikt temligen betydligt med årstiderna och är antagligen minst om hösten. Några — kanske för litet bevisande — uppgifter finnas i detta afseende. Större delen af de under den andra tyska nordpolsexpeditionen tagna bestämningarne på hafsvattnets specifika vigt »im Eise» [2]) öster om Grönland äro gjorda under månaderna Juli och Augusti samt gifva i medeltal för

Juli	Augusti
sp. v. 1,02433 vid $\frac{15°}{15°}$	sp. v. 1,02371 vid $\frac{15°}{15°}$

Salthalten 3,37 med temp. + 0°,2, angifven af HOFFMEYER [3]), samt 3,291 med temp. — 0°,8, bestämd af mig, äro båda från ungefär 65° n. lat. och Juni månad. I början af September har jag ej ens i de sydligaste delarne af polarströmmen funnit

---

[1]) Die zweite deutsche Nordpolarfarth in d. Jahren 1869 u. 70 etc. Bd. 2. Leipzig 1874, s. 667.
[2]) Die zweite deutsche Nordpolarfarth. Bd. 2., s. 680.
[3]) Geografisk Tidskrift. Bd. 2. 1878, s. 92.

så höga salthalter i förening med så låga temperaturer. Påtagligt är ju också, att polarvattnet — på grund af den under sommaren pågående issmältningen — får antagas vara mindre salt om hösten än om våren, då isbildningen under vintern måste hafva koncentrerat detsamma.

Af temperaturserierna äro sex (N:r 1, 3, 4, 6, 7 och 9) tagna innanför isgränsen, två af dessa (N:r 4 och 9) ungefär midt i strömmen och en (N:r 7) innanför den samma. De visa samtliga, *huru den ostgrönländska polarströmmen under hela sitt lopp mellan 66° n. lat. och Kap Farvel hvilar på varmt vatten.* Följande serier kunna för tydlighetens skull anföras:

Djup i meter	0	50	100	150	200
Serie N:o 4	+ 0°,1	0°	0°	+ 1°	+ 3°
» » 9	— 0°,7	— 1°,5	— 0°,7	+ 1°,5	+ 3°,1.

Om 0° anses såsom gränsen för polarvattnet, samt om de observationer undantagas, hvilka äro gjorda vid polarströmmens östra kant, der det kalla vattnets mäktighet kan vara mycket obetydlig, erhåller man följande värden på strömmens djup:

Vid bottendjupet		90	meter	var	polarströmmen		82	meter	djup.
»	»	215	»	»	»		100	»	»
»	»	255	»	»	»	ung.	120	»	»
»	»	750	»	»	»	»	350	»	»

Dessa få uppgifter kunna naturligen ej göra anspråk på att visa, inom hvilka gränser polarströmmens djup kan variera, men de torde kunna göra antagligt, att strömmens mäktighet i ganska hög grad är beroende af djupet till bottnen.

Om den svaga uppvärmningen i de öfversta lagren lemnas asido, skulle ofvannämnda temperaturserier gifva *en med djupet växande temperatur* såsom något för den ostgrönländska polarströmmen [1]) karakteristiskt. I det varma Atlanterhafvet utanför polarströmmen råder naturligen *en med djupet aftagande temperatur* (jemför ser. N:o 5 o. 11). Polarströmmen får anses hvila på Atlantens varma vatten, och en temperaturserie, tagen midt inne i den kalla strömmen på ett stort djup, bör derföre visa *en i de öfre lagren växande, derefter aftagande temperatur.* Jag var ej i tillfälle att iakttaga något sådant förhållande i sjelfva strömmen, men i kanten af densamma, der dess verkningar ej sträcka sig så långt ned, har det träffats fullt ut-

[1]) Här liksom i allmänhet längre fram menas med denna benämning polarströmmen söder om 67° n. lat.

präglad tsåväl af de danska expeditionerna med Fylla 1877 och 78 som af den svenska expeditionen 1883. Exempelvis kunna följande serier anföras:

Djup i meter		0	25	50	100	150	200	250	450
Serie N:o	3	+2°,2	+3°,9	+5°,1	+5°,7	—	+5°,7	—	+5°,1
» »	8	+4°,7	—	+5°,5	—	+5°,4	—	+5°,2	—

Några temperaturserier har jag på taflan IV framstält genom rätvinkliga coordinatsystem, hvilkas abscisser betyda temperatur och ordinater djup. De uppdragna kurvorna torde åskådliggöra värmegradens långsamma aftagande med djupet i den varma Irmingerströmmen, temperaturens hastiga tillväxt i lagren närmast under polarströmmen, samt huru dessa förhållanden sammansätta sig på ställen, som ligga mellan de båda strömmarna.

Genomsnitt 1 på taflan III är en sammanställning af temperaturserierna N:o 9—11 och visar, huru man får tänka sig temperaturfördelningen i ett vertikalt genomsnitt mellan det grönländska landet på 66° 30′ n. lat. och 65° 17′ n. lat. 30° 30′ v. long. [1]). Polarströmmens obetydliga bredd och djup är i ögonen fallande. Men också kan genomsnittet ej anses gälla för någon annan tid än den, då serierna togos. Förhållandena kunna vissa år eller kanske snarare vissa årstider gestalta sig helt annorlunda, och strömmen kan upptaga en bredd fyra till sex gånger så stor, som den här tecknade. Om djupet kan undergå liknande variationer, är icke bekant. — I skarp kontrast till polarströmmens obetydlighet träda Irmingerströmmens väldiga vattenmassor, af hvilka endast en liten del på teckningen synes. I likhet med HOFFMEYER [2]) och BARDENFLETH [3]) har jag antagit + 6° såsom gräns för den varma strömmen.

I en kall ytström af sådan beskaffenhet som den östgrönländska polarströmmen, hvilken både från sidan och underifrån anfalles af jemförelsevis varmt vatten, måste kännedomen om salthalten, om vilkoret för ett temperaturförhållande sådant, som ofvan omtalats, vara af största intresse. Jag har förut nämnt, huru den förhåller sig i ytlagren, och huru mycket mindre den är i den kalla än den varma strömmen, hvilket för öfrigt redan blifvit af HOFFMEYER [4]) ådagalagdt. Denna skilnad är äfven högst betydlig i de djupare lagren.

[1]) Genomsnittets läge torde bäst uppfattas på kartan (taflan VI).
[2]) Geografisk Tidskrift. Bd. 2, 1878, tafla IV.
[3]) Geografisk Tidskrift. Bd. 3, 1879, tafla III.
[4]) Geografisk Tidskrift. Bd. 2, 1878, s. 92.

Af de gjorda titreringarne och de deraf beräknade salthalterna (se tabellen på sid. 14 o. 15) torde framgå, att *salthalten i polarströmmen ganska raskt växer med djupet,* såsom t. ex. följande serie visar:

	N:o 15.	N:o 16.	N:o 17.
Djup i meter	0	100	200
Temp.	+ 0°,1	0°	+ 3°
Salthalt	3,223	3,345	3,414

Samma förhållande eger äfven rum på de ställen, som egentligen ej tillhöra den kalla strömmen, men af den samma fått sina ytlager mer eller mindre afkylda och utspädda. Följande serie erbjuder ett exempel.

	N:o 31.	N:o 32.	N:o 33.	N:o 34.
Djup i meter	0	50	150	250
Temp.	+ 4°,7	+ 5°,5	+ 5°,4	+ 5°,2
Salthalt	3,416	3,464	3,506	3,512

I Irmingerströmmen tyckes deremot förhållandet vara ett annat. På grund af de ofantligt små differenser, som der förekomma i salthalten, skulle man vara nästan böjd att antaga en oföränderlig salthalt hela strömmen igenom. För att få förhållandet med säkerhet afslöjadt har jag gjort dubbla titreringar på alla från stat. 65 hemförda vatten, och såväl de för samma vatten af två bestämningar beräknade medeltalen som de enskilda bestämningarne visa, *att salthalten,* som i ytan tyckes vara obetydligt minskad, *från ett djup af 100 meter oafbrutet sjunker mot bottnen.* Detta förhållande öfverensstämmer med, hvad Buchanan[1]) funnit i sydligare delar af Nordatlanten. — Ofvannämnda medeltal för Irmingerströmmen gifva följande serie:

	N:o 37, 38.	N:o 39, 40.	N:o 41, 42.	N:o 43, 44.	N:o 45, 46.
Djup i met.	0	100	500	1000	2025
Temp.	+ 8°,6	+ 7 ,2	+ 5°,6	+ 4°,4	+ 1°,2
Salthalt	3,5225	3,5260	3,5225	3,5215	3,5100.

En jemförelse mellan salthaltens ofantliga vexlingar i polarströmmen och de obetydliga variationerna i den varma strömmen finnes åskådligare framstäld genom kurvorna på taflan IV. Under det salthaltens hastiga tillväxt i den förra gifver starkt lutande linier, kan dess långsamma aftagande i den senare representeras genom en nästan rak och lodrät linie.

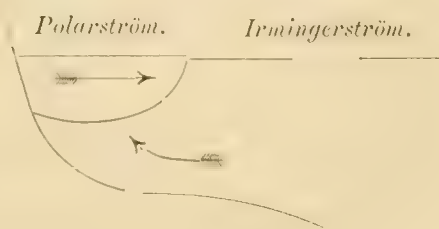
[1]) Journ. of the R. Geogr. Soc. 1877, s. 72.

Uti polarströmmen växer således salthalten och temperaturen med djupet, under det att uti Irmingerströmmen båda aftaga; men emedan temperaturens och salthaltens till- eller aftagande hafva motsatta verkningar på den specifika vigten, måste det uti närvarande fall vara af ett särdeles stort intresse att känna de tal, som uttrycka den egentliga vigten vid temperaturen in situ. Den af klorbestämningen beräknade specifika vigten vid $\frac{0°}{4}$ har jag derföre reducerat till $\frac{t°}{4°}$, d. v. s. till de temperaturer, som de resp. vattnena egde i hafvet. Dessa tal finnas uppförda i tabellen på sid. 14 o. 15. De visa samtliga, huru i hvarje särskild serie *den specifika vigten vid* $\frac{t°}{4°}$ *växer med djupet oberoende af, om salthalten aftager, eller temperaturen växer.* Följande bestämningar kunna anföras:

	N:o 15.	N:o 16.	N:o 17.
Djup i meter	0	100	200
Temp.	+ 0°,1	0°	+ 3°
Salthalt	3,223	3,345	3,414
Sp. v. $\frac{t°}{4°}$	1,02585	1,02683	1,02715.

	N:o 37, 38.	N:o 39, 40.	N:o 41, 42.	N:o 43, 44.	N:o 45, 46.
Djup i meter	0	100	500	1000	2025
Temp.	+ 8°,6	+ 7°,2	+ 5°,6	+ 4°,4	+ 1°,2
Salthalt	3,5225	3,5260	3,5225	3,5215	3,5100
Sp. v. $\frac{t°}{4°}$	1,02734	1,02756	1,02774	1,02786	1,02805.

Den specifika vigten vid $\frac{t°}{4°}$ är på samma afstånd från ytan betydligt mindre i polarströmmen än i Irmingerströmmen. *Den kalla ostgrönländska polarströmmen framflyter således på ett säkert grundlag af Atlanterhafvets varma vatten.* Till följd af den kalla strömmens betydligt lägre specifika vigt måste den varma och tunga strömmen söka att undergräfva och lyfta polarvattnet, hvilket i sin ordning måste söka utbreda sig åt öster öfver det varma vattnets yta (se vidstående fig.). Att detta till en viss grad inträffar, har jag förut visat. De delar af det varma vattnet, som ligga närmast polarströmmen, få nämligen ytlagrens salthalt och tem-



peratur betydligt förminskade. Men dessa verkningar af polarströmmen sträcka sig till jemförelsevis obetydliga afstånd från den samma, emedan den kraft, som uppstår genom strömmens sydliga riktning och jordens rotation, pressar vattnet mot det grönländska landet i vester.

Eftersom nu den specifika vigten af polarvattnet är mycket mindre än den af Atlantens varma vatten, måste — för att åstadkomma hydrostatisk jemnvigt — den ostgrönländska polarströmmens yta ligga högre än de angränsande delarne af den varma oceanen — äfven om man bortser från de adhesionsverkningar, som det grönländska landet kan hafva. Att af det lilla förhandenvarande materialet beräkna, huru stor denna nivåskilnad kan vara, måste anses vågadt, men jag vill likväl för tydlighetens skull taga ett exempel.

På 59° 43′ n. lat. 43° 16′ v. long. (stat. 52) har jag funnit

i ytan	sp. v. $\frac{t^\circ}{4^\circ}$		1,02585,
i 100 meters djup	»	»	1,02683,
i 200 » »	»	»	1,02715.

Jag kan häraf antaga en medel-specifik vigt af 1,0265[1]) för intervallet 0 — 100 och 1,0270 för 100—200. Trycket på hvarje qvadratmeter i 200 meters djup bör derföre vara

205,350 kilogram.

Af bestämningarne sp. v. $\frac{t^\circ}{4^\circ}$ från stat. 5, 57 och 65 i hafvet utanför polarströmmen torde man för intervallet 0 — 200 meter i den varma oceanen kunna antaga en medelspecifik vigt $\frac{t^\circ}{4^\circ}$ af 1,0275. Deraf kan man beräkna trycket på hvarje qvadratmeter i ofvannämnde djup till

205,500 kilogram.

Detta är således 150 kilogram större än i det kalla vattnet. Derföre borde *polarströmmens yta* på ifrågavarande tid och ställe *ligga ung. 0,15 meter öfver det varma ytvattnets.*

Detta exempel är taget från den sydligaste delen af polarströmmen; men emedan, såsom jag förut nämnt, salthalten och den specifika vigten vid temperaturen in situ är

[1]) Emedan salthalten varierar mest i de öfversta lagren måste medeltalet ligga närmare sp. v. för 100 meter än för ytan. 1,0265 är erhållet genom att teckna den sannolikaste kurvan för de tre sp. v.

betydligt mindre i strömmens nordliga del, så bör denna ligga ännu högre[1]), och strömmen måste följaktligen — såsom det är att vänta — *luta från norr till söder* i sin egen riktning.

En af de förnämsta orsakerna till hafsströmmarne torde enligt F. L. EKMANS åsigt få sökas i »nivåskilnaderna»[2]). Hafvet vid eqvatorn har på grund af sin höga temperatur en lägre specifik vigt än de arktiska och antarktiska hafven, och det förras yta bör följaktligen ligga högre än de senares. Derför måste det uppkomma varma ytströmningar från eqvatorn till polerna. Det vatten, som sålunda bortföres från eqvatorialtrakterna, ersättes genom kalla strömdrag, som med riktning från polerna framflyta på hafvets botten. — Till dessa enkla förhållanden skulle sannolikt den hufvudsakliga cirkulationen i hafvet inskränka sig, om under nuvarande temperaturförhållanden hafvets vatten, nederbörd och smält hafsis vid samma temperaturer hade samma specifika vigter. Men såsom bekant har hafsvattnet en egentlig vigt af omkr. 1,028, under det att den smälta hafsisens specifika vigt ligger nära det rena vattnets. Polarhafvets isbetäckta yta, som på grund af sin låga temperatur och dermed följande höga specifika vigt borde ligga lägre än de tropiska hafvens, kan genom solvärmens inflytande på hafsisen få sin salthalt så reducerad, att en omvänd nivåskilnad inträder, och i ytan framflytande kalla strömdrag uppstå med riktning mot eqvatorn. Att de olikartade ytströmmarne ej omedelbart rusa emot hvarandra, måste hafva sin orsak i jordens rotation, som uppträder såsom en ordnande kraft och anvisar plats åt strömmar af skild natur och olika riktning i skilda delar af hafvet.

Det är förut visat, att den ostgrönländska polarströmmens yta ligger ganska betydligt högre än det bredvid liggande varma, från golfströmmen härrörande vattnets, samt att denna nivåskilnad får antagas vara större i strömmens nordliga än i dess sydliga del. Ju lägre specifik vigt vattnet i strömmen eger, desto större bör nivåskilnaden vara och desto större hastigheten. Emedan polarvattnet får antagas vara saltare

---

[1]) Bestämningarna från stat. 59 (63° 10′ n. lat.) skulle t. ex. tala för en *höjdskilnad af omkr. 0,9 meter* mellan det kalla och det varma ytvattnet.

[2]) Jemför Öfvers. af Kongl. Sv. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar 1875, N:o 7, Om hafsströmmarnes allmänna orsaker af F. L. EKMAN, s. 83.

om vintern än om sommaren, bör således hastigheten vara mindre under den förra än under den senare af dessa årstider [1]).

Något fullgiltigt ur erfarenheten hämtadt bevis på denna förmodan finnes mig veterligen ej, men de två uppgifter, som äro att tillgå, tala derför. Den af dessa, som skulle gifva en föreställning om polarströmmens hastighet under sommaren, härleder sig från 1777, då de olyckliga elfva »hvalfångarne» inneslötos af isen på ung. 74° n. lat. och drefvo längs ostkusten af Grönland med en hastighet af omkr. 12 mil per dag [2]). Den tyska expeditionen med Hansa [3]) deremot, som d. 1 Sept. 1869 befann sig på 74° 10′ n. lat., 15° 34′ v. long., dref på fartyget och, sedan detta blifvit krossadt, på ett isfält 1,079 sjömil och uppnådde d. 21 Maj 1870 61° 24′ n. lat. 43° v. long. Såsom medelhastighet för vintern skulle af denna färd framgå 4,1 sjömil per dag. Dessa båda uppgifter kunna likväl knappast anses såsom fullt jemförliga med hvarandra, och det skall väl alltid möta svårigheter att erhålla några komparabla tal. Hastigheten är naturligen mycket olika i skilda delar af strömmen och på olika afstånd från kusten. GRAAH [4]) säger, att någon permanent ström ej kan märkas i närheten af landet, samt att samma isfjell och samma isflak ses ofta många dagar på samma ställe.

I sammanhag med hastigheten står frågan om ismängden under olika årstider i polarströmmen. Det skall visa sig af det följande, att ismängden är störst under våren, då hastigheten får antagas vara jemförelsevis obetydlig; men i den mån hastigheten under sommaren ökas genom isens smältning, och strömmens förmåga att bringa stora qvantiteter is till låga breddgrader växer, i ungefär samma mån aftager ismängden.

De ismassor, som äro grunden till polarströmmen, synas under ingen tid på året utsina så mycket, att kusten blifver

[1]) Andra omständigheter kunna härtill komma, som i någon mån rubba detta förhållande, såsom de rådande vindarne, förändringar i sp. v. hos golfströmmens vatten genom olika temperatur under olika årstider m. m.

[2]) Meddelelser om Grönl. H. 6. I. En Fremstilling af vort Kjendskab till Grönlands Östkyst etc. af C. F. WANDEL, s. 16 och 24, samt IV. Storisens Udbredelse i Davissstrædet etc. af G. F. HOLM, s. 186.

[3]) Die zweite deutsche Nordpolarfarth etc. Bd. 1, s. 103.

[4]) Undersögelses-Rejse till Östkysten af Grönland etc. af W. A. GRAAH. Kjöbenhavn 1832, s. 117.

isfri[1]); men deras bredd är sannolikt underkastad vissa af årstiderna beroende mer eller mindre regelbundna vexlingar. Olyckligtvis finnas endast få uppgifter, som kunna gifva någon klarhet i denna fråga, men jag vill likväl söka draga några slutsatser af det material, som jag har mig bekant.

DORST[2]) har meddelat några intressanta upplysningar om packisens förändringar under sommaren 1869 uti grönländska hafvet. Hvad som genast faller i ögonen, då man betraktar den karta, som medföljer hans uppsats, är iskantens kolossala tillbakagång under tiden från Mars till Augusti.

Frih. NORDENSKIÖLDS expedition med Sofia 1883 följde Grönlands ostkust mellan 66° och 59° n. lat. såväl under bortresan i midten af Juni som under hemresan i början af September. Derunder erbjödo sig många goda tillfällen att iakttaga isens lägen, och efter befälhafvarens anteckningar härutinnan i sammanhang med talrika temperaturiakttagelser har jag på taflan VII tecknat isgränsen vid de två olika tillfällen, då expeditionen besökte den ostgrönländska polarströmmen. Kartan gör intet anspråk på att visa den mängd af uddar och vikar, som förekomma i iskanten, men jag tror, att den kan gifva en temligen sanningsenlig föreställning om förhållandena i det stora hela. Påfallande är, huru betydligt strömmen reducerats under sommarens lopp. De isgränser, som iakttogos af FYLLA 1877 och INGOLF 1879[3]), äro äfven upptagna.

TH. THORODDSEN[4]) har lemnat en utförlig framställning af isförhållandena vid Island under hela den tid några isländska anteckningar i detta afseende finnas, och för tidrymden 1800—1883 har han uppgjort en grafisk framställning af stort intresse. Denna visar, huru drifisen ofta uppträder redan under Januari och ligger till slutet af sommaren. Under September, Oktober, November och December är isen deremot mycket sällsynt.

När polarströmmen uppnår Grönlands sydspets, fortsätter den ej sin väg i rät linie, utan, såsom IRMINGER[5]) har visat,

---

[1]) Jemför GRAAHS resa, s. 117 o. 154.
[2]) PETERMANNS Mitth. Bd. 23, 1877, s. 174. Tafel 10.
[3]) Flere isgränser finnas af Kapt. C. WANDEL utlagda på kartan öfver »Grönland med nærmeste Omgivelser», som återfinnes i sjette häftet af Med. om Grönl.
[4]) Ymer 1884, s. 145. Den grönländska drifisen vid Island af TH. THORODDSEN.
[5]) Nyt Archiv for Sövesenet, Bd. 9, N:o 4.

följer den fortfarande kusten, och man bör der således kunna hafva en temligen god utkik på isförhållandena. GRAAH[1]) talar om, att isen derstädes vanligen försvinner i September och sedan ej uppträder förr än i slutet af Januari. J. BRODBECK, som var missionär i Friedrichsthal och för öfrigt en god och säker iakttagare, meddelade mig, att storisen vid Grönlands sydkust alltid försvinner under senhösten och vintern samt ej uppträder förr än tidigt på våren. Ungefär samma vittnesbörd gifver Kapt. NORMANN[2]), i det han säger: »der är vel en Tid — fra Oktober til Februar — paa hvilken Isen ikke gaar rundt om Cap Farvel» etc.

I Ivigtut vid Arsukfjorden samlas alla de uppgifter om storisens förekomst, som kunna fås från befolkningen i trakten och den ganska talrika mängd fartyg, som frakta kryolit. En kopia af en der förvarad grafisk framställning af isförhållandena under åren 1867—1883[3]) hade Bestyraren Hr HAUREBERG den godheten att förära Frih. NORDENSKIÖLD. Den finnes aftecknad å nästa sida. Isens mängd betecknas genom skuggningens större eller mindre höjd.

Af ifrågavarande observationer synes framgå, att isförhållandena utanför Arsukfjorden äro mycket variabla. Också få de väl tänkas vara i hög grad beroende af vindförhållandena. Dock måste man erkänna, att der spåras en ganska utpräglad lagbundenhet. Under Maj, Juni och Juli förekommer nästan alltid storis. November, December, Januari och Februari äro deremot i allmänhet isfria.

Enligt THORODDSEN skulle de isfriaste månaderna på Island vara September—December. Det synes deraf vid jemförelse med iakttagelserna från Arsukfjorden, som om polarströmmens till- och aftagande i bredd skulle märkas förr på Islands norra än på Grönlands södra kust. Det är ju också ganska antagligt, att så bör vara förhållandet, då det är en skilnad af 6 breddgrader mellan dessa båda kuststräckor, och strömmens hastighet vintertiden väl knappast torde öfverskrida 6 till 8 sjömil per dag.

---

[1]) GRAAHS resa, s. 59.
[2]) Medd. om Grönl. H. 6. II. Forslag til en fra Sösiden foretaget Undersögelse af Grönlands Östkyst af C. O. E. NORMANN, s. 39.
[3]) En dylik kopia för åren 1867—79 finnes intagen i Geogr. Tidskr. Bd. 5, 1881, s. 79. Nogle Iakttagelser om Isforholdene på Grönlands Sydvestkyst af S. FRITZ.

Alla dessa ofvan påpekade variationer med årstiderna kunna naturligen ej anses gälla för alla år. Det ena året är tillgången på is ej den samma som under ett annat. Vindförhållandena hafva mycket att säga. Att talrika undantag från det, som brukar vara vanligt, kunna inträffa, visas till-

Storisens förekomst utanför Arsukfjorden.

December. November. Oktober. September. Augusti. Juli. Juni. Maj. April. Mars. Februari. Januari.

År. 1867 1868 1869 1870 1871 1872 1873 1874 1875 1876 1877 1878 1879 1880 1881 1882 1883

räckligt tydligt af observationerna från Arsukfjorden. Likväl tror jag, att man af det här meddelade om isförhållandena torde kunna antaga, att *polarströmmen i allmänhet redan under Januari och Februari* — sannolikt på grund af de då rådande nordliga vindarne — *börjar att svälla ut och under vårmåna-*

derna uppnår sitt maximum, att den derefter under sommaren aftager i styrka och under hösten och början af vintern är ganska obetydlig. Alla dessa förändringar inträffa naturligen senare i de sydliga delarne af strömmen än i de nordliga.

Med dessa spörjsmål sammanhänger frågan: under hvilken tid bör isbandet vid södra delen af Grönlands ostkust vara lättast att genomsegla? De flesta af dem, som med fartyg sökt att uppnå den samma, hafva — så vidt jag vet — gjort sina försök under högsommaren i Juni, Juli och början af Augusti — och de hafva alla misslyckats. NORDENSKIÖLD valde September, en mycket lämpligare tid, och hans företag kröntes med framgång. Kanske skulle ett sådant försök vara ännu framgångsrikare, om det företoges i Oktober eller November?

---

3. Temperatur och salthalt i hafvet utmed Grönlands vestkust.

PETERMANN[1]) har antagit att utmed Grönlands vestkust löper en varm ström, som sprider sina verkningar högt mot norr ända till Mellville bay, Smith sund, Jones sund och Lancaster sund och håller dessa farvatten åtminstone någon tid på året temligen fria från is. BESSELS[2]), deltagare i HALLS expedition med Polaris, anser, att denna PETERMANNS åsigt är bygd på teori, utan stöd af fakta; han påstår, att några spår af en varm ström knappast torde träffas norr om 75° n. lat. och synes vara nästan böjd för att bortförklara hela denna gren af golfströmmen. Man måste i alla händelser medgifva, att den är mycket litet undersökt, och det torde vara svårt att med bestämdhet kunna afgöra något i detta hänseende.

Då den svenska expeditionen med Sofia 1883 besökte Vestgrönland, låg det i dess plan att kraftigt bidraga till denna frågas lösning. Frih. NORDENSKIÖLD hade godhetsfullt gifvit sitt bifall till en zoologisk-hydrografisk färd tvärs öfver

---

[1]) PETERMANNS Mitth. 1867, s. 184, och 1870, s. 220.
[2]) Scientific results of the United States arctic exp. Steamer Polaris, C. F. HALL commanding. Vol. 1. Physical observations by EMIL BESSELS. Washington 1876, s. 13.

Baffins bay för att bland annat undersöka temperaturförhållandena i ett tvärgenomsnitt mellan Harön och den amerikanska polarströmmen. Men otjenlig väderlek och en knappt tillmätt tid gjorde denna plan om intet. Här nedan anförda temperaturserier, som blifvit tagna under Sofias färd längs Grönlands vestkust, erbjuda egentligen ej så mycket af intresse, emedan de alla förskrifva sig från de grunda bankarne utanför kusten.

Temperaturserier.

N:o.	Stat. N:o.	Datum.	Nordlig latitud.	Vestlig longitud.	Djup till botten (meter)	Observationens djup (meter).	Temp. (Celsius).	Anmärkningar.
		Juni						
12	7	16	60°15′	45°40′	100	0	—0°,3	Bland storisen.
»	»	»	»	»	»	35	—0°,5	
»	»	»	»	»	»	75	—0°,6	
»	»	»	»	»	»	100	—0°,6	
13	11	25	65°15′	53°30′	125	0	+1°,5	
»	»	»	»	»	»	75	+1°,1	
»	»	»	»	»	»	125	+0°,2	
14	12	25	66°45′	54°30′	65	0	+0°,9	
»	»	»	»	»	»	65	+0°,7	
15	13	26	67°50′	55°15′	100	0	0°	I närheten af isberg.
»	»	»	»	»	»	100	—0°,9	
		Aug.						
16	28	10	70°29′	55°40′	90	0	+4°,4	
»	»	»	»	»	»	40	+1°	
»	»	»	»	»	»	90	—0,2	
17	39	19	61°15′	49°11′	125	0	+0°,8	I storisens närhet.
»	»	»	»	»	»	100	+0°,5	
»	»	»	»	»	»	125	0°	
18	47	26	60°11′	45°28′	63	0	+1°,3	I storisens närhet.
»	»	»	»	»	»	25	+0°,3	
»	»	»	»	»	»	60	—0°,2	

Bestämningar af specifik

N:o.	Stat. N:o.	Datum.	Nordlig latitud.	Vestlig longitud.	Djup (meter).	Temp. (Cels.). t°.	Specifik vigt enl. areo-meter.	vid temp.
		Juni						
47	7	16	60°15′	45°40′	0	−0°,3	1,02455	13°,9
48	»	»	»	»	35	−0°,5	1,02485	14°,5
49	»	»	»	»	75	—0°,6	1,02525	14°,5
50	»	»	»	»	100	—0°,6	1,0251	13°,9
51	11	25	65°15′	53°30′	0	+1°,5	1,02555	11°,5
52	»	»	»	»	75	+1°,1	1,02555	12°
53	»	»	»	»	125	+0°,2	1,02575	11°
54	12	»	66°45′	54°30′	0	+0°,9	1,02565	11°
55	»	»	»	»	65	+0°,7	1.0257	11°
		Aug.						
56	22	3	72°21′	55°27′	0	+4°,8	1,02535	8°,5
57	23	»	71°49′	55°52′	0	+3°	1,02535	8°
58	24	4	71°7′	55°24′	0	+2°,7	1,02505	8°,5
59	25	»	70°24′	53°56′	0	+2°,2	1,02555	9°
60	28	10	70°29′	55°40′	0	+4°,4	1,0252	13°,5
61	»	»	»	»	90	—0°,2	1,02565	13°
62	29	17	68°12′	54°32′	0	+3°	1,02575	9°
63	30	»	67°38′	54°54′	0	+3°,6	1,0260	8°,8
64	31	»	67°	54°30′	0	+3°,9	1,02585	8°,8
65	32	»	66°2′	53°50′	0	+4°,5	1,02535	9°,3
66	33	18	65°15′	53°30′	0	+4°,8	1,02545	12°
67	34	»	64°22′	52°45′	0	+3°,4	1,02495	12°
68	35	»	64°4′	52°32′	0	+4°,8	1,0245	12°
69	36	»	63°22′	51°34′	0	+2°,9	1,0245	11°,8
70	37	»	62°32′	50°38′	0	+1°,4	1,02445	11°,8
71	38	19	62°8′	50°17′	0	+2°	1,0233	14°,4
72	39	»	61°15′	49°11′	0	+0°,8	1,0235	14°,5
73	»	»	»	»	100	+0°,5	1,0252	14°,3
74	47	26	60°11′	45°28′	0	+1°,3	1,02435	9°,8
75	»	»	»	»	25	+0°,3	1,0250	10°,2
76	»	»	»	»	60	−0°,2	1,02495	11°,1

igt och klorhalt.

Sp. v. $\frac{0^\circ}{4^\circ}$, enl. areometer.	Gram Cl per liter v. 0°.	Procent klor.	Proc. salt, beräkn. af klorm.	Sp. v. $\frac{0^\circ}{4^\circ}$, beräknad af klorm.	Sp. v. $\frac{t^\circ}{4^\circ}$, beräknad af klorm.
1,02605	18,57	1,809	3,273	1,02625	1,02626
1,0264	18,60	1,812	3,278	1,02630	1,02632
1,0268	18,74	1,825	3,302	1,02649	1,02651
1,0266	18,85	1,836	3,322	1,02664	1,02666
1,0267	19,03	1,853	3,352	1,02688	1,02680
1,02675	19,08	1,858	3,361	1,02695	1,02689
1,02685	19,12	1,862	3,368	1,02700	1,02699
1,02675	19,05	1,855	3,356	1,02691	1,02685
1,0268	19,06	1,856	3,357	1,02692	1,02688
1,2161	18,34	1,787	3,233	1,02594	1,02559
1,02605	18,36	1,790	3,238	1,02598	1,02579
1,0258	18,29	1,783	3,225	1,02588	1,02572
1,0264	18,70	1,822	3,296	1,02644	1,02631
1,0266	18,78	1,829	3,309	1,02654	1,02622
1,0270	19,16	1,865	3,374	1,02705	1,02706
1,0266	18,64	1,802	3,285	1,02636	1,02617
1,0268	18,90	1,841	3,330	1,02671	1,02647
1,02665	18,84	1,835	3,320	1,02663	1,02636
1,02625	18,57	1,810	3,274	1,02627	1,02594
1,02665	18,78	1,830	3,310	1,02655	1,02619
1,02615	18,29	1,783	3,225	1,02589	1,02567
1,0257	18,14	1,769	3,199	1,02568	1,02532
1,0257	18,06	1,760	3,184	1,02556	1,02538
1,02565	17,96	1,751	3,167	1,02543	1,02536
1,02485	17,57	1,714	3,100	1,02489	1,02479
1,02505	17,77	1,734	3,136	1,02518	1,02514
1,02675	19,11	1,861	3,366	1,02699	1,02696
1 02525	17,73	1,729	3,128	1,02512	1,02506
1,02595	18,26	1,780	3,220	1,02584	1,02582
1,02605	18,33	1,786	3,231	1,02593	1,02594

I afhandlingens slut finnes intagen en tabell öfver ytvattenstemperaturer, tagna i slutet af Juni månad under Sofias färd mellan Ivigtut och Godhavn. De variera mellan + 2°,2 och 0° och synas näppeligen tyda på någon varm ström. Något högre äro de under Augusti observerade temperaturerna (se tabellen öfver klorhalt och specifik vigt!). De uppgå ända till + 4°,8.

Af temperaturserierna äro N:o 12, 17 och 18 tagna på Grönlands sydvestkust i den ostgrönländska polarströmmens omedelbara närhet. De visa alla ganska låga värmegrader. Ej mycket högre tyckes temperaturen vara i hafvet utanför de från polarströmmen mer aflägsna delarne af vestkusten. Ungefär på Haröns latitud är serien N:o 16 tagen. Den visar visserligen en temp. af + 4°,4 i ytan, men, då redan i 40 meters djup värmegraden har sjunkit till + 1° och i 90 meters djup till — 0°,2, torde man få anse solens tillfälliga verkningar såsom orsaken till den höga yttemperaturen.

Ofvanstående uppgifter synas således icke bekräfta PETERMANNS åsigt om en varm ström utmed Vestgrönlands kust. Och dock har CARPENTER genom observationer, gjorda ombord på Valorous[1]), påvisat tillvaron af mäktiga lager jemförelsevis varmt vatten i de från den grönländska kusten mer aflägsna delarne af Davis sund till och med på 63° n. lat. Och hvad vore naturligare än, att den amerikanska polarströmmen, som ju faktiskt existerar, framkallade en reaktionsström i de östliga delarne af den skarpt begränsade hafsvik, hvars inre del kallas Baffins bay?

Irminger[2]) har redan för tretio år sedan ådagalagt, att den ostgrönländska polarströmmen, sedan den uppnått Grönlands sydspets, fortfarande följer landet åt vester och norr. Detta förhållande har sedan år från år blifvit konstateradt, och det lär till och med kunna hända, att storisen träffas på 67° n. lat[3]). Att polarströmmen eller kanske rättare polarisen sålunda förändrar sin ursprungliga riktning, synes mig tala för PETERMANNS åsigt om en arm af golfströmmen, som flyter in i Davis sund. Men

---

[1]) Proceedings of the Royal Society, Vol. 25. 1876—77, s. 230.

[2]) Nyt Archiv for Sövesenet. Bd. 9, N:o 4.

[3]) En god föreställning om, huru polarströmmens ismassor kunna utbreda sig i Davissundet, erhålles genom kartan till G. F. HOLMS uppsats om Storisens Udbredelse i Davisstrædet Sommeren 1881. Medd. om Grönl. H. 6, s. 181.

under en stor del af året är det endast riktningen, som denna arm har gemensamt med den PETERMANNSKA strömmen. Dess värmeförhållanden kunna vara helt annorlunda.

Liknande omständigheter få enligt THORODDSEN [1]) antagas vara orsaken till isdriftens riktning på Islands norra kust. Det har af honom blifvit till fullo konstateradt, att polarisen derstädes alltid först visar sig på nordvestlandet och sedan drifver från vester till öster d. v. s.: när den ostgrönländska polarströmmen sväller upp och fyller hela Danmark-sundet med storis, så ryckes en del af denna åt öster med den ursprungligen varma Irmingerströmmen.

Om det således, såsom PETERMANN har antagit, går en arm af golfströmmen mot Davis sund, så råkar denna vid Grönlands sydkust i kollision med den ostgrönländska polarströmmen, släpar en stor mängd drifis med sig åt vester och norr samt får temperatur och salthalt så reducerade, att den erhåller karakter af en kall ström. Dessa verkningar af polarströmmen äro starkast utpräglade på den sydvestra kusten, men blifva mot norr allt mer utjemnade med förhållandena på större afstånd från landet. Derom vitna de under Sofias färd längs vestkusten gjorda bestämningarne på hafvets salthalt. De finnas upptagna här nedan, ordnade efter latituden. På en af de medföljande kartorna (se taflan VI) har jag för Davis sund utom mina bestämningar, som ligga längs kusten, upptagit några af HELLAND [2]) under Augusti och September 1875 gjorda titreringar på hafvets klorhalt, af mig reducerad till proc. salt.

N:o	Lat. n.	Long. v.	Proc. salt.	N:o	Lat. n.	Long. v.	Proc. salt.
74	60°11′	45°28′	3,128	65	66°2′	53°50′	3,274
72	61°15′	49°11′	3,136	64	67°	54°20′	3,320
71	62°8′	50°17′	3,100	63	67°38′	54°54′	3,330
70	62°32′	50°38′	3,167	62	68°12′	54°32′	3,285
69	63°22′	51°34′	3,184	60	70°29′	55°40′	3,309
68	64°4′	52°32′	3,199	58	71°7′	55°24′	3,225
67	64°22′	52°45′	3,225	57	71°49′	55°52′	3,238
66	65°15′	53°30′	3,310	56	72°21′	55°27′	3,233

[1]) Ymer 1884, s. 159.
[2]) Archiv for Mathematik og Naturvidenskap. Bd. 1, s. 229.

Ofvanstående tabell visar visserligen ej någon fullkomligt jemn serie, och observationerna äro ej heller tagna på fullt samma afstånd från landet, men det torde i alla händelser tydligen framgå, att hafsvattnet vid Grönlands vestkust i Augusti 1883 var mest utspädt i polarströmmens omedelbara närhet, men blef med växande afstånd från den samma allt saltare. För detta förhållande tala äfven några af SCHERMAN [1]) gjorda bestämningar på den specifika vigten af hafsvattnet utmed Sydvestgrönland. Salthalten tyckes uppnå sitt maximum på ungefär 67°—68° n. lat, hvarifrån den åter aftager mot norr och de inre delarna af Baffins bay.

Om den ostgrönländska polarströmmen får antagas hafva på temperatur och salthalt de verkningar, som här påpekats, så bör man kunna misstänka, att de förändringar i styrka, som polarströmmen [2]) med årstiderna tyckes undergå, förorsaka motsvarande växlingar på vestkusten. När polarströmmen under våren och sommaren bringar till Sydgrönland stora ismassor, så böra dessa allt mer och mer utspäda och afkyla det ursprungligen varma och jemförelsevis koncentrerade vattnet i Davis sund. Men om under höst och vintermånaderna polarströmmen sammandrager sig, och ingen storis uppträder på Grönlands sydkust, så synes det mig, att den af PETERMANN antagna varma hafsströmmen borde taga ut sin rätt. Under senhösten och vintern skulle man således vänta sig ett saltare och sannolikt äfven jemförelsevis varmare vatten utanför Grönlands vestkust.

Vid bottnen i de grönländska fjordarna fann jag alltid en högre salthalt (och vanligen äfven temperatur) än på kustbankarna utanför. Sålunda gjordes bland annat i följande fjordar vidstående observationer:

	Salthalt.	Temp.	Djup.	N:o.
Fjorden vid Julianehaab ..	3,395	+ 0°,6	225	96
Arsukfjorden	3,401	+ 1°,4	300	113
»	3,411	+ 1°,7	550	98
Vaigattet	3,388	+ 0°,9	360	120.

De salthalter, som iakttogos i de djupaste lagren (50—125 meter) på kustbankarna, voro deremot städse lägre; de varierade

[1]) The American Journal of Science Ser 3. Vol. 21, s. 164.
[2]) Se sid. 27.

mellan 3,231 och 3,374. Temperaturerna för samma område lågo mellan — 0°,9 och +1°,1.

Denna höga salthalt (och temperatur) i fjordarnas djup måste hafva sin orsak i deras förbindelse med hafvet. Någon årstid måste det uppträda vid fjordmynningarna ett hafsvatten af tillräckligt hög salthalt (och temperatur) för att bilda eller underhålla detta egendomliga bottenlager. Redan dessa omständigheter tyda således på, att andra förhållanden än de, som träffades sommaren 1883, kunna vara rådande i hafvet utmed Vestgrönlands kust.

Att betydliga variationer åtminstone i salthalten kunna förekomma ådagaläggesaf följande tabell, som upptager några i Juni och några i Augusti gjorda bestämningar af saltprocenten på ungefär samma ställen.

Månad.	Dag.	Lat. n.	Long. v.	Proc. salt.
Juni	16	60°15′	45°40′	3,273
Aug.	26	60°11′	45°28′	3,128
Juni	25	65°15′	53°30′	3,352
Aug.	18	65°15′	53°30′	3,310
Juni	25	66°45′	54°30′	3,356
Aug.	17	67°	54°30′	3,320

Det synes af ofvanstående, huru mycket vattnet under sommarens lopp blifvit utspädt. Enligt uppgifterna från Arsukfjorden (se sid. 27) låg det också is vid Sydgrönland ända sedan slutet af Mars. Att vattnet var mindre salt under Augusti än under Juni. beror naturligen, dels på att polarströmmens eget vatten under sommarens lopp blifvit allt mer och mer utspädt, dels på att mera is smältes under sommarmånaderna än under vårmånaderna. Visserligen får man anse, att fjordarne, som upptaga allt smältvatten från inlandsisen, kraftigt bidraga till denne utspädning, men den omständigheten, att hafsvattnet vid Grönlands vestkust är af en mindre salthalt utanför de sydliga delarne af den samma, tyckes tala för, att den ostgrönländska polarströmmen i detta hänseende spelar en mera betydande roll.

4. Några bidrag till de grönländska fjordarnes hydrografi.

Några af de danska geologiska och geografiska expeditioner, som under sista årtiondet besökt Grönlands vestkust, hafva till sina öfriga uppgifter lagt fjordarnes undersökning. JENSEN har studerat djupförhållandena i flere af Sydgrönlands fjordar[1]). Nagsugtok eller Nordre Strömfjorden[2]) har han dessutom utförligare undersökt med afseende på djup, temperatur och salthalt. HAMMER[3]) har gjort liknande iakttagelser i Isfjorden vid Jakobshavn, och STEENSTRUP[4]) har egnat vattnets klorhalt vid Nordgrönlands kuster sin synnerliga uppmärksamhet. Af alla dessa arbeten äro HAMMERS och JENSENS observationer i Isfjorden och Nagsugtok de enda, som kunna gifva oss någon föreställning om salthalt och temperatur i fjordarnes djup. Med afseende på salthaltens variationer hafva de båda iakttagarne kommit till ungefär samma resultat: det elf- och isvatten, som från bergshöjder och inlandsis tillföres fjorden, håller sig på ytan. I de öfversta lagren är derföre salthalten mindre i fjorden än utanför den samma, men redan i ganska obetydliga djup upphör denna skilnad.

JENSENS temperatur-serier i Nagsugtok tala i allmännhet för en med djupet aftagande temperatur, »idet dog Varmegraden af Vandet i Dybden er höjere, jo nærmere man er ved Fjordens Munding. Curverne for ligestor Temperatur maa saaledes ligge skraat med Heldning imod Öst[5]). I Fjordens inderste Del maa dog sikkert det kolde Vand fra Inlandsisen, der flyder på Overfladen, afkjöle Vandlagerne nedenunder.»

HAMMERS bestämningar i Isfjorden synas deremot gifva ett annat resultat; han säger: »I Isfjorden tilltager Vandets Temperatur fra Overfladen nedefter, indtil den i 40 Favnes Dybde har naaet + 1°. Derefter aftager den igjen, men er — noget uregelmæssig. Disse Uregelmæssigheder hidröre sandsynligvis fra Afsmeltningen af Isfjeldene.» Äfven JENSEN talar om oregelbundenheter.

---

[1]) Medd. om Grönl. H. 1, s. 31.
[2]) Medd. om Grönl. H. 2, s. 135.
[3]) Medd. om Grönl. H. 4, s. 27.
[4]) Medd. om Grönl. H. 4, s. 106.
[5]) Af de anförda premisserna synes mig följa, att *lutningen är mot vester* (ej öster).

Att de båda experimentatorerna sålunda med afseende på temperaturförhållandena stannat vid mycket olika resultat, torde möjligen hafva sin förklaringsgrund i de båda fjordarnes olika skaplynnen och i de olika årstider, under hvilka observationerna togos. JENSENS undersökningar äro gjorda i Juli uti en fjord, som säkerligen jemförelsevis sällan hemsökes af isberg, under det HAMMER har arbetat vintertiden i den med isberg alldeles uppfylda Isfjorden.

Hvad nu mina under Frih. NORDENSKIÖLDS expedition gjorda temperaturmätningar beträffar, så gifva de ett för tre fjordar öfverensstämmande resultat, som vid första påseendet icke tyckes stämma med HAMMERS och i alla händelser ej med JENSENS. Huru olikheterna i HAMMERS och mina obeservationer kunna förklaras, skall jag längre fram komma till.

De fjordar, som jag var i tillfälle att undersöka, voro, tagna i ordning efter latituden, följande:

Amitsok vid Friedrichsthal,
fjorden » Julianehaab,
Arsuk fj. » Ivigtut samt
Vaigattet, som ju snarare är ett sund.

Resultaten stå sammanförda i nedanstående tabeller öfver temperaturserier och bestämningar af salthalt och specifik vigt.

Temperaturserier.

N:o.	Stat. N:o.	Datum.	Nordlig latitud.	Vestlig longitud.	Djup till bottnen (meter).	Observationens djup (meter).	Temp. (Celsius).	Anmärkningar.
19	48	Aug. 28	59°58′	44°40′ [1]	75	0	+ 1°,8	Mynningen af Amitsok.
»	»	»	»	»	»	75	+ 0°,3	
20	49	»	60°2′	44°41′ [1]	150	0	+ 2°,3	Midten af Amitsok.
»	»	»	»	»	»	75	+ 0°,4	
»	»	»	»	»	»	150	—0°,6	
21	50	»	60°4′20″	44°41′40″ [1]	60	0	+ 3°,3	Innersta delen af Amitsok.
»	»	»	»	»	»	60	+ 0°,5	
22	8	Juni 20	——	——	10	0	+ 6°	Ankarplatsen vid Julianehaab.
»	»	»	——	——	»	10	+ 2°,3	
23	46	Aug. 25	——	——	12,5	0	+ 10°,8	Ankarplatsen vid Julianehaab.
»	»	»	——	——	»	2	+ 8°	
»	»	»	——	——	»	4	+ 5°	
»	»	»	——	——	»	8	+ 3°	
»	»	»	——	——	»	12,5	+ 2°	
24	9	Juni 21	60°42′	46°0′20″ [1]	225	0	+ 9°,2	Fjorden utanför Julianehaab.
»	»	»	»	»	»	5	+ 3°,3	
»	»	»	»	»	»	15	0°	
»	»	»	»	»	»	30	—0°,2	
»	»	»	»	»	»	75	—0°,5	
»	»	»	»	»	»	125	—0°,3	
»	»	»	»	»	»	225	+ 0°,6	
25	10	Juni 23	——	——	?	0	+ 6°,5	I Arsukfj. på samma ställe som ser. N:o 29.
»	»	»	——	——	?	550	+ 1°,7 [2]	
26	40	Aug. 21	——	——	125	0	+ 4°,6	I Arsukfj. nära isblinken.
»	»	»	——	——	»	50	— 0°,4	
»	»	»	——	——	»	125	+ 0°,1	

[1]) Dessa ortsbestämningar äro angifna efter G. F. HOLMS karta öfver »Grönlands sydligste Del». Medd. om Grönl. H. 6.
[2]) En till samma djup nedsänkt Miller-Casella term. visade minimum —0°,6.

N:o.	Stat. N:o.	Datum.	Nordlig latitud.	Vestlig longitud.	Djup till bottnen (meter).	Observationens djup (meter).	Temp. (Celsius).	Anmärkningar.
27	41	Aug. 21	—	—	240	0	+6°,3	Arsukfj. utanför fogelfjället mellan isblinken och vattenfallet.
»	»	»	—	—	»	50	—0°,2	
»	»	»	—	—	»	100	—0°,6	
»	»	»	—	—	»	240	+1°,3	
28	43	22	—	—	190	0	+7°	I Arsukfj. på 11/13 af en linie, som drages från Ivigtut i N. 30° V. (rättv.) till motsatta stranden af fjorden.
»	»	»	—	—	»	10	+1°,5	
»	»	»	—	—	»	25	0°	
»	»	»	—	—	»	75	—0°,2	
»	»	»	—	—	»	100	—0°,3	
»	»	»	—	—	»	190	+0°,9	
29	44	»	—	—	560	0	+7°,3	I Arsukfj. på 1/2 af en linie, som drages från Ivigtut i N. 30° V. (rättvisande) till motsatta stranden af fjorden.
»	»	»	—	—	»	10	+2°	
»	»	»	—	—	»	25	+1°	
»	»	»	—	—	»	50	+0°,1	
»	»	»	—	—	»	75	0°	
»	»	»	—	—	»	150	—0°,4	Samma ställe som ser. N:o 25.
»	»	»	—	—	»	300	+1°,4	
»	»	»	—	—	»	560	+1°,8	
30	45	»	—	—	?	0	+8°	I Arsukfj. på 3/13 af en linie, som drages från Ivigtut i N. 30° V. (rättvisande) till motsatta stranden af fjorden.
»	»	»	—	—	»	10	+2°	
»	»	»	—	—	»	25	+0°,8	
»	»	»	—	—	»	100	—0°,25	
»	»	»	—	—	»	200	+1°	
31	14	Juli 17	69°51′	51°37′	640?	0	+5°	Strax innanför Vaigattet.
»	»	»	»	»	»	75	—0°,3	
»	»	»	»	»	»	165	—0°,8	
»	»	»	»	»	»	360	+0°,9	
»	»	»	»	»	»	550	+1°,3	
»	»	»	»	»	»	640?	+1°,5	
32	27₁	Aug. 8	—	—	40	0	+2°,4	I viken öster om halfön Atanekerdluk vid högvatten.
»	»	»	—	—	»	20	+1°,7	
»	»	»	—	—	»	40	+1°	
33	27₂	9	—	—	30	0	+2°,5	Dersammastädes, men vid lågvatten.
»	»	»	—	—	»	30	+2°	

Bestämningar af specifi[k vigt]

N:o.	Stat. N:o.	Datum.	Nordlig latitud.	Vestlig longitud.	Djup (meter).	Temp. (Cels.). t°.	Specifik vigt enl. areometer.	Specifik vigt vid temp.
77	48	Aug. 28	59°58′	44°40′	0	+1°,8	1,0229	10°,4
78	»	»	»	»	75	+0°,3	1,0248	10°,3
79	49	»	60°2′	44°41′	0	+2°,3	1,02235	10°,4
80	»	»	»	»	75	+0°,4	1,02485	10°,3
81	»	»	»	»	150	—0°,6	1,0256	10°,8
82	50	»	60°4′20″	44°41′40″	0	+3°,3	——	—
83	»	»	»	»	60	+0°,5	1,02385	12°
84	8	Juni 20	——	——	0	+6°	1,00685	11°,8
85	»	»	——	——	10	+2°,3	1,02295	14°,5
86	46	Aug. 25	——	——	0	+10°,8	1,00695	11°,8
87	»	»	——	——	2	+8°	1,01875	11°,2
88	»	»	——	——	4	+5°	1,0224	10°,6
89	»	»	——	——	8	+3°	1,02345	11°
90	»	»	——	——	12,5	+2°	1,0237	12°,3
91	9	Juni 21	60°42′	46°0′20″	0	+9°,2	1,0222	13°,8
92	»	»	»	»	5	+3°,3	1,02445	14°,5
93	»	»	»	»	30	—0°,2	——	—
94	»	»	»	»	75	—0°,5	1,0247	13°,9
95	»	»	»	»	125	—0°,3	1,02495	14°,5
96	»	»	»	»	225	+0°,6	1,0254	14°,5
97	10	23	——	——	0	+6°,5	1,02535	14°,5
98	»	»	——	——	550	+1°,7	1,02555	14°,5
99	40	Aug. 21	——	——	0	+4°,6	1,00595	14°
100	»	»	——	——	50	—0°,4	1,0234	14°
101	»	»	——	——	125	+0°,1	1,0251	14°
102	41	»	——	——	0	+6°,3	1,00645	14°
103	»	»	——	——	50	—0°,2	1,0248	14°
104	»	»	——	——	100	—0°,6	1,0247	14°
105	»	»	——	——	240	+1°,3	1,02525	13°,8
106	42	»	——	——	0	+6°,8	1,0114	12°,2

gt och klorhalt.

Sp. v. $\frac{0°}{4°}$, nl. areometer.	Gram Cl. per liter v. 0°.	Procent klor.	Proc. salt, beräkn. af klorm.	Sp. v. $\frac{0}{4°}$, beräkn. af klorm.	Sp. v. $\frac{t}{4°}$, beräkn. af klorm.	Anmärkningar.
1,02375	16,73	1,634	2,956	1,02375	1,02366	Mynningen af Amitsok.
1,0258	18,24	1,778	3,216	1,02581	1,02579	
1,02315	16,35	1.598	2,890	1,02275	1,02264	Midten af Amitsok.
1,02585	18,26	1,780	3,220	1,02584	1,02582	
1,02665	18,98	1,851	3,343	1,02681	1,02683	
——	14,53	1.424	2,576	1,02073	1,02057	Innersta delen af Amitsok.
1,02505	17,52	1,709	3,092	1,02484	1,02482	
1,00725	4,95	0,491	0,888	1,00721	1,00715	Ankarplatsen vid Julianehaab.
1,02445	17,30	1,689	3,055	1,02453	1,02441	
1,00735	5,13	0,509	0,921	1,00748	1,00698	Ankarplatsen vid Julianehaab.
1,0195	13,74	1.347	2,437	1,01963	1,01904	
1,02315	16,44	1,606	2,906	1,02335	1,02302	
1,02435	17,36	1,695	3,065	1,02461	1,02444	
1,02495	17,64	1,721	3,113	1,02499	1,02488	
1,0235	16,58	1,620	2,931	1,02356	1,02276	Fjorden utanför Julianehaab.
1,0260	18,39	1,792	3,242	1,02602	1,02580	
----	18.54	1,807	3,269	1,02623	1,02624	
1,0262	18,73	1,826	3,302	1,02649	1,02651	
1,0265	18,92	1,843	3,334	1,02674	1,02675	
1,02695	19,27	1,877	3,395	1,02718	1,02715	
1,0269	19,30	1,879	3,399	1,02724	1,02667	I Arsukfj. på samma ställe som 110—113.
1,0271	19.37	1,886	3,411	1.02735	1,02724	
1,00635	4,51	0,449	0,811	1,00659	1,00658	I Arsukfj. nära isblinken.
1,02485	17,71	1,728	3,126	1,02510	1,02512	
1,0266	18,86	1,837	3,324	1,02666	1,02665	
1,00685	5,10	0,507	0,917	1,00744	1,00736	I Arsukfj. utanför fogelfjället mellan isblinken och vattenfallet.
1,0263	18,49	1,802	3,259	1,02616	1,02617	
1,0262	18,72	1,824	3,300	1,02647	1,02649	
1,0267	19,10	1,860	3,365	1,02698	1,02690	
1,0120	8,48	0,838	1,516	1,01226	1,01202	I Ars.fj. utanf. vatt.f.

N:o.	Stat. N:o.	Datum.	Nordlig latitud.	Vestlig longitud.	Djup (meter).	Temp. (Cels.). t°.	Specifik vigt	
							enl. areometer.	vid temp.
107	43	Aug. 22	—	—	0	+7°	1,0144	11°,8
108	»	»	—	—	100	—0°,3	1,02545	11°,8
109	»	»	—	—	190	+0°,9	1,0255	11°,8
110	44	»	—	—	0	+7°,3	1,01425	11°,8
111	»	»	—	—	75	0°	1,02515	12°,2
112	»	»	—	—	150	—0°,4	1,02535	12°,1
113	»	»	—	—	300	+1°,4	1,02600	12°,2
114	45	»	—	—	0	+8°	1,0140	9°
115	»	»	—	—	100	—0°,25	1,02515	10°,4
116	»	»	—	—	200	+1°	1,0259	10°,4
117	14	Juli 17	69°51′	51°37′	0	+5°	1,02525	11°,5
118	»	»	»	»	75	—0°,3	1,02565	12°
119	»	»	»	»	165	—0°,8	1,0261	10°,5
120	»	»	»	»	360	+0°,9	1,0260	11°,5
121	26	Aug. 8	69°52′	51°44′	0	+4°	1,0246	13°
122	27_1	»	—	—	0	+2°,4	1,0247	14°
123	»	»	—	—	20	+1°,7	1,02495	14°
124	»	»	—	—	40	+1°	1,02515	14°
125	27_2	9	—	—	0	+2°,5	1,0245	13°,5
126	»	»	—	—	30	+2°	1,0246	13°,5

Amitsok, den fjord, som bland ofvanstående tyckes visa det enklaste temperaturförhållandet, är belägen i Grönlands sydligaste del. På grund af sin obetydliga längd och djuplek står den antagligen nästan helt och hållet under inflytande af den ostgrönländska polarströmmen. I fjordens innersta del är värmegraden högst, men aftager mot mynningen. De tre gjorda bestämningarne på ytvattnets värmegrad gifva för växande afstånd från polarströmmen temperaturerna + 1°,8 + 2°,3 och + 3°,3. I ingen fjord har så låga yttemperaturer träffats, och i deras anordning skönjer man tydligt, huru polarströmmens afkylande verkningar och uppvärmningen från landet strida med hvarandra om makten.

(S)p. v. $\frac{0°}{4°}$, (m)ل. areometer.	Gram Cl. per liter v. 0°.	Procent klor.	Proc. salt, beräkn. af klorm.	Sp. v. $\frac{0°}{4°}$, beräkn. af klorm.	Sp. v. $\frac{t°}{4°}$, beräkn. af klorm.	Anmärkningar.
1,0150	10,82	1,066	1,924	1,01557	1,01517	I Arsukfj. på 11/13 af en linie som drages från Ivigtut i N. 30° V. (r. v.) till motsatta strand.
1,02665	18,78	1,829	3,309	1,02656	1,02657	
1,0267	19,00	1,851	3,348	1,02685	1,02680	
1,01545	10,72	1,056	1,910	1,01543	1,01500	I Arsukfj. på 1/2 af denna linie. Samma ställe som 97 o 98.
1,02635	18,64	1,816	3,284	1,02635	1,02635	
1,02655	18,85	1,836	3,322	1,02665	1,02663	
1,0272	19,31	1,880	3,401	1,02727	1,02718	
1,0143	10,26	1,012	1,830	1,01478	1,01428	I Arsukfj. på 3/13 af ofvan omtalade linie.
1,02615	18,66	1,818	3,289	1,02638	1,02637	
1,0269	19,18	1,867	3,378	1,02709	1,02703	
1,0264	18,55	1,807	3,269	1,02624	1,02586	Strax innanför Vaigattet.
1,02685	18,98	1,848	3,322	1,02682	1,02683	
1,0271	19,20	1,870	3,382	1,02713	1,02716	
1,02715	19,24	1,873	3,388	1,02717	1,02712	
1,02595	18,21	1,775	3,211	1,02577	1,02550	
1,0262	18,43	1,796	3,250	1,02608	1,02595	I viken öster om halfön Atanekerdluk vid högvatten.
1,02645	18,60	1,812	3,277	1,02629	1,02619	
1,02665	18,77	1,828	3,307	1,02653	1,02648	
1,0259	18,36	1,789	3,237	1,02597	1,02582	Der sammastädes, men vid lågvatten.
1,0260	18,51	1,804	3,264	1,02618	1,02606	

På samma ställen som ofvanstående temperaturer voro de resp. salthalterna 2,956, 2,890 och 2,576. Häri spåras det med afståndet från mynningen tilltagande inflytandet af de vattendrag, som utfalla i fjordens innersta del.

På taflan III (genomsnitt 5) finnes en längdgenomskärning af fjorden, sådan, den tyckes gestalta sig af de tre temperaturserierna. Midt i fjorden i dess djupaste del finnes ett vattenlager, som har en lägre temperatur och en högre salthalt än bottenlagren vid mynningen; åtminstone salthalten tyder således på, att andra hydrografiska förhållanden kunna vara rådande vid Grönlands sydkust än de, som iakttogos af den svenska expeditionen hösten 1883.

Samma enkla temperaturförhållanden, som påträffats i Amitsok, nämligen en med djupet aftagande temperatur, har jag för öfrigt ej lyckats finna i andra fjordar annat än på mycket grunda ställen (t. ex. ser. 23 o. 32) och i de öfversta lagren. Den, som betraktar temperaturserierna N:o 24—31, tagna i fjorden vid Julianehaab, Arsukfjorden och Vaigattet, skall kanske vid första ögonkastet tycka, att temperaturfördelningen ser högst oregelbunden ut, men vid närmare påseende måste han finna en i hvarje serie återkommande regelbundenhet, i det att den ofvan omtalade med djupet aftagande temperaturen i de öfversta lagren städse i de undre efterföljes af en med djupet växande temperatur, såsom t. ex. följande serier visa:

Ser. N:o 24:

Djup	0	5	15	30	75	125	225
Temp.	+9°,2	+3°,3	0°	—0°,2	—0°,5	—0°,3	+0°,6

Ser. N:o 29:

Djup	0	10	25	50	75	150	300	560
Temp.	+7°,3	+2°	+1°	+0°,1	0°	—0°,4	+1°,4	+1°,8

En bättre öfverblick af temperaturfördelningen torde erhållas af kurvorna på taflan V, hvilka åskådliggöra, *huru temperaturen raskt, men med aftagande hastighet från ett maximum i ytan sjunker till ett minimum i ett intermediert djup för att sedan med likaledes aftagande hastighet mot bottnen stiga till ett andra maximum.*

Af Arsukfjorden har jag på taflan III (genomsnitten 3 och 4) tecknat ett längd- och ett tvärgenomsnitt [1]) med de temperaturförhållanden, som tyckas framgå af serierna N:o 25—30. Längdgenomsnittet visar den inre hälften af fjorden med isblinken i öster (höger). Fjordmynningen kom jag olyckligtvis ej i tillfälle att undersöka. Den lodning, som står tecknad till venster om genomsnittet, föreställer ser. N:o 17 [2]), som är tagen på kustbanken i fjordens närhet. Fast nu mynningens djup ej är bestämdt, torde väl Arsukfjorden i likhet med andra djupa grönländska fjordar få anses vara skild från de stora djupen i Davis sund genom en jemförelsevis hög bottentröskel; man får väl antaga såsom nästan afgjordt, att en kustbank

[1]) Genomsnittens läge uppfattas lättast af kartan på taflan VI.
[2]) Se sid. 29.

eller »hafbro» finnes utmed Grönlands vestkust liksom vid så många andra kuster. Förhandenvarande lodningar tala åtminstone derför.

Af genomsnittet 3 framgår att uti Arsukfjorden förekomma *tvänne isotermer för 0°*. Den öfre af dessa *lutar mot vester*. På bankarne utanför fjorden träffades 0° i ett djup af 125 meter (ser. N:o 17), under det att denna punkt i fjorden på ett afstånd af omkring 10 sjömil från isblinken låg i 75 meters djup. Vid isblinken skulle den naturligtvis hafva funnits i ytan.

En sammanställning (genomsnitt 4) af ser. 28—30, tagna på en linie, dragen mellan Ivigtut i N. 30° V. till den motsatta stranden af fjorden, gifver en föreställning om förhållandena i ett tvärgenomsnitt. Dettas öfre isoterm för 0° synes på den norra (venstra) sidan göra en ganska betydlig höjning. Just i denna del framflöt i fjordytan en stark ström[1]) af elf- och smältvatten, hvilken torde hafva förorsakat denna höjning genom att bättre än de mera stillastående vattenlagren skydda det underliggande kalla vattnet för uppvärmning.

Gången af den undre isotermen för 0° är synbarligen *beroende af djupet*. Exempelvis kan nämnas, att på det ställe i Arsukfjorden, der djupet är 560 meter, temperaturen i 150 meters djup var — 0°,4, under det att en temp. af + 0°,1 träffades i fjordens innersta del vid botten på 125 meters djup.

Fjordytans temperatur, som vid isblinken naturligtvis är under 0°, *stiger* derefter *med afståndet från densamma och uppnår strax före mynningen sitt maximum*. Så erhöllos på växande afstånd från isblinken temperaturerna + 4°,6, + 6°,3, + 6°,8, + 7°,3. Värmegraden utanför fjorden var på grund af ogynnsamma isförhållanden ganska låg. Den torde föröfrigt sommartiden sällan öfverstiga + 4°. *På samma sätt, som temperaturen växer, tilltager äfven salthalten med den skilnad, att vid mynningen ingen minskning eger rum*. För samma afstånd från isblinken som nyssnämnda temperaturer erhöllos salthalterna 0,811, 0,917, 1,516, 1,910 samt utanför fjorden 3,136.

I motsats till de öfver det kalla vattnet liggande isotermerna, som luta mot vester, skulle *isosalinerna för samma lager luta mot öster*, eller med andra ord — salthalten på olika punkter af samma djup växer med afståndet från isblinken.

---

[1]) Enligt samstämmande uppgifter af flere uti Ivigtut boende personer.

I de djupare lagren tyckes förhållandet vara annorlunda, och der *följa isosalinerna sannolikt isotermerna*, d. v. s. en högre temperatur motsvaras af en högre salthalt. Intressant är derför, att i den yttre delen af fjorden, der djupet var 560 meter, salthalten 3,322 och temperaturen — 0°,4 träffades i 150 meters djup, under det att i den innersta delen, der djupet var 125 meter, salthalten 3,324 och temperaturen + 0°,1 träffades vid bottnen.

Huru man får tänka sig isotermer och isosaliner i den innersta delen af fjorden, har jag försökt att åskådligare framställa på taflan III (genomsnitt 6). De öfre lagren (0 — omkring 100 meter) visa ingenting märkvärdigt. Såväl temperatur som salthalt växer med afståndet från isblinken, och, under det att den förra med djupet aftager, tilltager den senare. Att isosaliner och isotermer skola korsa hvarandra, är ju således ganska naturligt. Deremot måste deras riktning i de undre lagren väcka en viss förvåning. Det är ovilkorligen ganska egendomligt, att salthalten och temperaturen på ett sådant sätt växer i närheten af isblinken, källan till fjordvattnets utspädning och afkylning.

Här föreligger ett förehållande, som nära öfverensstämmer med det, som Ekman iakttagit vid Norrströms och Göta elfs utlopp[1]). Han har vid mynningen af dessa elfvar påvisat tillvaron af kraftiga underströmmar, som utgå från hafvet och bära hafsvatten högt upp i flodbäddarne under det söta elfvattnet. Den lefvande kraften hos den utströmmande sötvattenmassan anser han vara grundorsaken till denna bottenström. »Då nemligen en flod från det lutande planet af sin flodbädd glider ned i hafvet, måste dess undre yta meddela sin rörelse åt de hafsvattenspartiklar, hvarmed den kommer i beröring, hvilka i sin tur öfverföra rörelsen på andra etc.; flodströmmens lefvande kraft öfvergår sålunda småningom på en allt större vattenmassa, som rör sig med allt mindre hastighet. Men de vattenpartiklar, som sålunda ständigt af floden sättas i rörelse i riktning från land, måste oupphörligt ersättas af andra, som tillströmma utifrån i riktning mot land.»

Förklaringen på det i Arsukfjorden observerade förhållandet skulle således blifva, att de mäktiga vattenmassor, som

---

[1]) Öfvers. af Kongl. Sv. Vet.-Akad. Förhandl. 1875, N:o 7. Om de strömningar, som uppstå i närheten af flodmynningar etc. af F. L. Ekman.

under sommaren och äfven under vintern utströmma från isblinken och remnor i den samma, förorsaka i fjordens innersta, temligen trånga del en kraftig ytströmning, hvilken genom sin friktion mot de underliggande lagren framkallar en reaktionsström af jemförelsevis varmt och salt vatten från fjordens djup.

Med anledning af det egendomliga temperaturförhållande, som tyckes ega rum i flere grönländska fjordar, bör det vara af intresse att känna salthalten af olika horisontala vattenlager för att med säkerhet kunna afgöra, om någon rubbning är att befara. Såväl de af JENSEN [1]) och HAMMER [2]) som af mig med areometer gjorda bestämningarne visa i flere serier, att man i hvilket ögonblick som helst skulle kunna vänta sig en omgestaltning. Men areometern kan ej gifva något afgörande vitnesbörd, när differenserna äro små. Visserligen tala de förhandenvarande areometerbestämningarne för en med djupet tilltagande salthalt, men ganska många undantag finnas. Deremot tyckas de af mig gjorda klorbestämningarne [3]) aflägsna hvarje tanke på oregelbundenheter, och de af titreringarne beräknade *saltprocenterna visa samtliga en med djupet stadigt växande salthalt.* Följande serier kunna anföras.

	N:o 91.	N:o 92.	N:o 93.	N:o 94.	N:o 95.	N:o 96.
Djup	0	5	30	75	125	225
Temp.	+9°,2	+3°,3	—0°,2	—0°,5	—0°,3	+0°,6
Salthalt	2,931	3,242	3,269	3,302	3,334	3,395

	N:o 110.	N:o 111.	N:o 112.	N:o 113.	N:o 98.
Djup	0	75	150	300	560
Temp.	+7°,3	0	—0°,4	+1°,4	+1°,8
Salthalt	1,910	3,284	3,322	3,401	3,4[illegible]1.

Närmast ytan äro differenserna stora, men blifva i de djupare lagren försvinnande små. Detta förhållande är åskådligare framstäldt genom kurvorna på taflan V.

Men det är naturligen ej tillräckligt, att salthalten växer, den måste äfven växa så mycket, att den tillökning i specifik vigt, som det kallare vattnet genom en lägre temperatur erhållit gent emot det underliggande varmare vattnet, motväges af salthaltens tillvaxt med djupet. För att få klarhet härut-

[1]) Medd. om Grönl. H. 2, s. 138 och 207.
[2]) Medd. om Grönl. H. 4, s. 30.
[3]) Se tabellen på sid. 40—43.

innan har jag af klormängden beräknat[1]) den specifika vigten vid $\frac{0^{\circ}}{4^{\circ}}$ och af detta tal den specifika vigten vid $\frac{t^{\circ}}{4^{\circ}}$ d. v. s. den specifika vigten af fjordvattnet vid temp. in situ i förhållande till rent vatten af + 4° såsom enhet. Af dessa i tabellen på sid. 40—43 uppförda beräkningar framgår, att vattenlagren i fjordarna ligga trygt och säkert på hvarandra. Derom vitna alla bestämningarne så när som på ett obetydligt undantag.

Tillvaron af ett kallt vattenlager mellan tvänne varma, detta egendomliga temperaturförhållande, som under sommarmånaderna sannolikt är ganska vanligt i de grönländska fjordarne, har förut blifvit iakttaget på flere ställen såväl i arktiska som antarktiska trakter. Af särskildt intresse äro uti närvarande fall några norska fjordar, hvilka visserligen besitta mycket högre värmegrader, men som dock genom dessas inbördes anordning visa sin otvetydiga slägtskap med de af mig undersökta. MOHN[2]), som egnat uppkomsten af ofvannämnda temperaturfördelning en intressant diskussion, anser, att förklaringsgrunden får sökas uti årstidernas vexlingar och bevisar riktigheten af sin åsigt genom afgörande och talrika observationer från Vestfjordens innersta del.

I det han talar om vinterköldens verkningar, säger han: »Das von oben erkältete Wasser bekommt dadurch ein grösseres specifisches Gewicht und hat eine Tendenz zum Herabsinken, falls das darunter liegende Wasser weniger dicht ist. In den unteren Schichten ist aber, sowohl an der Küste als im Meere, das specifische Gewicht wegen grösseren Salzgehaltes etwas höher, und also wird das Sinken des erkälteten Wassers nur langsam geschehen, wenn es überhaupt Statt findet. Mit der Frühlingssonne werden die Schichten der Oberfläche auf's Neue erwärmt, und die Erwärmung dringt allmählich durch das Wasser herab. Die oberen Schichten haben eine mit der Tiefe abnehmende Temperatur, die unteren beharren noch im winterlichen Zustande, d. h. die Temperatur wächst mit der Tiefe, und diejenige Tiefe, nach welcher die sommerliche Erwärmung herabgedrungen ist, bietet ein Minimum von Wärme dar». Detta minimum sjunker under sommarens fortsatta verk-

---

[1]) Se sid. 10.

[2]) PETERMANN'S Mitth. Ergänzungsheft 63, s. 14.

ningar allt djupare och när t. ex. i Vestfjorden bottnen i September. Under senhösten och början af vintern afkyles ytan på nytt, och det uppstår i förstone ett förhallande, som är diametralt motsatt temperaturfördelningen under sommaren. d. v. s. ett maximum mellan tvänne minima. Detta maximum tränges under vinterns lopp allt längre ned — och en ny serie af dessa växlingar tager sin början.

Under sommarmånaderna existerar således i flera norska fjordar ett förhållande, som nära öfverensstämmer med det af mig observerade. Enligt MOHNS förklaring skulle det maximum, som är träffadt i ytan, vara en verkan af sommarens värme, minimet af vinterkölden och maximet vid bottnen af den föregående sommarens värme. Det ligger naturligen mycket nära till hands att antaga denna förklaring, men af flera skäl tror jag, att den ej räcker till för de grönländska fjordarne. Naturligtvis kan frågan ej bestämdt afgöras med mindre än, att månadtliga observationer under ett helt år anordnas pa samma plats i någon lämplig fjord.

Om man för de djupa grönländska fjordarne skulle antaga ofvannämnda våglika gång af temperaturen, så borde man vänta sig att under det andra maximet finna åtminstone ett andra minimum. Huru vida något sådant existerar eller ej, kunna mina djupaste serier visserligen ej med bestämdhet afgöra, men de tala åtminstone ej derför. De synas för de djupare lagren gifva en långsamt stigande temperatur.

Till och med i slutet af Augusti, då sommarens verkningar på ytvattnet redan torde hafva kulminerat, var det öfversta varma lagret endast obetydligt. Dess maximumtemperatur var visserligen ganska hög (+ 7° — + 8°), men dess medeltemperatur öfverskred knappast + 1,° och dess mäktighet var alltför ringa, för att efter en strid med det underliggande minimet kunna åstadkomma ett maximum af nära + 2° vid bottnen.

En betydelsefull omständighet, som ej finnes i Norge, tillkommer för Grönland: inlandsisen med dess isblinkar och derifrån kommande isberg. I många fjordar verkar inlandsisen direkt genom sina isblinkar, i alla genom isbergen, och dessa verkningar upphöra under ingen del af året. Det är alldeles påtagligt, att dessa iskolosser, som förekomma i mängd och kunna ligga ett par hundra meter djupt, böra hafva en stor betydelse för de instängda och trånga fjordbassinerna. Derföre

tror jag, att det omöjligen kan nedtränga till bottnen något maximum af så hög temperatur som det i Arsukfjorden och Vaigattet funna.

Att ytlagren — såsom MOHN antagit — *hafva sommarsolen att tacka för sin höga värmegrad*, det är ju ganska naturligt. *Men det mellersta lagrets låga temperatur är sannolikt lika mycket en följd af inlandsisen som af vinterkölden, och det understa, varma, kan troligen endast genom fjordens kommunikation med hafvet få och qvarhålla sitt värme.*

Under vintern kan naturligen ytan ej blifva uppvärmd, utan snarare afkyld, och derföre borde under den kallare delen af året temperaturen med djupet tilltaga. Sedda i sammanhang med det af mig sommartiden funna förhållandet, erhålla HAMMERS under vinterns början tagna temperaturserier [1]) sin förklaring. Några bland dem, som ej störas af oregelbundenheter, anföras här nedan.

Famnar under ytan.	Ser. N:o 1. 3 Nov.	Ser. N:o 2. 6 Nov.	Ser. N:o 3. 8 Nov.
0	0°,0	— 2°,2	— 2°,4
5	—	— 1°,2	— 1°,0
10	+ 1°,3	— 0°,9	— 0°,7
20	+ 1°,9	— 0°,4	— 0°,7
30	—	— 0°,3	— 0°,3
40	+ 2°,0	—	+ 1°,0
60	—	0°,0	—
70	—	—	+ 0°,3
80	+ 0°,7	—	—
100	—	+ 0°,7	—
110	+ 1°,0	—	+ 0°,4
140	—	+ 0°,7	—
159	—	—	+ 0°,5
163	+ 2°,0	—	—
209	—	—	+ 0°,9.

Om man jemför dessa serier med mina, skall man finna en ganska stor likhet, samt att skilnaden endast ligger i förhållandet närmast ytan, en skilnad, som synbarligen ej är svår att förklara. Vinterkölden har afkylt de öfre sommartiden varma lagren, likväl ej till ett sådant djup, att hela lagret blifvit genomträngdt. Det qvarstår ännu i 40 famnars djup

[1]) Medd. om Grönl. H. 4, s. 28.

en återstod af sommarens värme, hvilken under vinterns och isbergens fortsatta verkningar torde fullständigt försvinna. Det skulle då uppstå en med djupet oafbrutet växande temperatur.

Men huru kan nu trots vintrarnes årligen återkommande och isbergens aldrig hvilande verksamhet, bottenlagren bibehålla sin höga temperatur? Jag tror, att en förändring snart skulle inträffa, om fjordarna ej stode i förbindelse med hafvet. Visserligen äro de delvis afstängda genom höga bottentrösklar, men dessa kunna omöjligen hindra, *att den utgående fjordströmmen framkallar en reaktionsström af vatten från hafvet, eller att detta vid hvarje högvatten söker sig in i fjordbassinen och genom sin större tyngd sprider sig i de understa lagren.* Men derföre är det nödvändigt, att vid mynningen uppträder ett hafsvatten, som har tillräckligt hög salthalt och temperatur för att efter sin strid med den utgående och ofvanliggande fjordströmmen kunna gifva sitt bidrag till vidmakthållandet af det varma bottenlagret.

Hvilket vitnesbörd mina bestämningar i detta afseende gifva, har jag redan på sid. 34 omtalat. Vid bottnen af Arsukfjorden har jag funnit en salthalt af 3,411 proc. och en temperatur af + 1,°8, under det jag ingenstädes på bankarne utanför Grönlands vestkust träffat en salthalt öfverstigande 3,375 proc. Temperaturen i de djupare lagren (omkr. 50—125 meter) har i allmännhet blifvit funnen ganska låg, till och med under 0°. Det kan således ej vara tal om, att hafsvattnet under sådana förhållanden skulle kunna verka på fjordens bottenlager. Det komme endast att ligga helt obetydligt djupare i fjorden än utanför den samma. Men redan den omständigheten, att på bottnen i fjorden förekommer en högre salthalt än på kustbanken, är afgörande för, att det måste under någon årstid uppträda andra förhållanden utanför Vestgrönlands kuster än de af mig sommartiden funna.

Det har förut visats, att emedan den ostgrönländska polarströmmen under senhösten och vintern sammandrager sig och icke sänder någon is till Kap Farvel, man har rätt att vänta sig högre salthalt och högre temperatur under dessa årstider i hafvet vid Grönlands vestkust. *Vintertiden skulle således fjordens varma och salta bottenlager kunna påräkna nya bidrag af värme och salthalt, nödvändiga för sin existens.*

---

5. Några iakttagelser öfver temperaturfördelningen och salthalten i Baffins bay.

Många arktiska forskare hafva besökt Baffins bay, dock vanligen ej såsom mål för sina undersökningar, utan endast på genomresa till för dem mera lockande trakter. De hafva likväl alltid egnat denna hafsvik någon om än obetydlig uppmärksamhet, och sålunda finner man hydrografiska undersökningar, utförda af Ross [1], Sabine [1], Parry [1], Walker [1], Markham [2], Bessels [3], Nares [4], Moss [5] m. fl. Men alla dessas bidrag äro antingen mycket gamla och otillförlitliga eller af en sådan obetydlighet, att de ej kunna gifva någon riktig föreställning om, huru Baffins bay i hydrografiskt afseende är beskaffadt. Äfven den svenska expeditionen med Sofia, som under Dr. A. G. Nathorsts chefskap två gånger färdades mellan Upernivik och trakten af Kap York, kunde dels af brist på tid, dels med anledning af i hög grad ogynnsamma isförhållanden ej egna de hydrografiska undersökningarne så mycken uppmärksamhet, som önskligt hade varit.

Det lilla, som i detta afseende under färden blifvit gjordt, finnes upptaget i nedanstående tabeller öfver temperaturserier och bestämningar af specifik vigt och klorhalt.

---

[1]) Phil. Trans. of the R. Soc. of London 1875, 2. J. Prestwich. Tables of temperatures of the sea at different depths.

[2]) Manual and instructions for the arctic expedition 1875. London 1875, s. 623.

[3]) Scientific results of the United States arctic exp. Steamer Polaris, C. F. Hall commanding. Vol. 1. Physical observations by Emil Bessels, Washington 1876, s. 8.

[4]) Voyage to the Polar Sea etc. by G. S. Nares. Vol. 2. London 1878, s. 181.

[5]) Proc. of the R. Soc. of London. Vol. 27, 1878, s. 544. Observations on arctic seawater etc. by Edward L. Moss.

Temperaturserier.

N:o.	Stat. N:o.	Datum.	Nordlig latitud.	Vestlig longitud.	Djup till bottnen (meter).	Observationens djup (meter).	Temp. (Celsius).	Anmärkningar.
34	15	Juli 24	75°	?	820	0	+1°,9	Mellville bay.
»	»	»	»	»	»	200	—0°,3	Longituden kan ej med säkerhet uppgifvas.
»	»	»	»	»	»	300	+0°,4	
»	»	»	»	»	»	400	—0°,5	
»	»	»	»	»	»	500	—0°,9	
»	»	»	»	»	»	700	+0°,7	
»	»	»	»	»	»	820	+1°,2	
35	17	29	75°26′	67°27′	500	0	+0°,4	
»	»	»	»	»	»	40	—1°,1	
»	»	»	»	»	»	75	—1°,5	
»	»	»	»	»	»	100	—1°,2	
»	»	»	»	»	»	200	0°,0	
»	»	»	»	»	»	300	+0°,7	
»	»	»	»	»	»	400	+0°,9	
»	»	»	»	»	»	500	+0°,9	
36	19	30	74°	64°30′	1450	0	+1°,5	
»	»	»	»	»	»	45	—1°	
»	»	»	»	»	»	90	—1°.7	
»	»	»	»	»	»	300	—1°,5	
»	»	»	»	»	»	500	—0°,9	
»	»	»	»	»	»	700	+0°,4	
»	»	»	»	»	»	1000	—0°,1	
»	»	»	»	»	»	1450	—0°,3	

Bestämningar af specifik

N:o.	Stat. N:o.	Datum.	Nordlig latitud.	Vestlig longitud.	Djup (meter).	Temp. (Cels.). t°.	Specifik vigt enl. areometer.	vid temp.
		Juli						
127	15	24	75°	?	0	+1°,9	1,0219	9°
128	»	»	»	»	300	+0°,4	1,0268	8°,5
129	»	»	»	»	600	omkr. 0°	1,0268	8°,5
130	16	29	75°52′	67°56′	0	——	1,0235	12°
131	17	»	75°26′	67°27′	0	+0°,4	1,02405	6°,5
132	»	»	»	»	100	—1°,2	1,0266	7°
133	»	»	»	»	500	+0°,9	1,0270	9°
134	18	30	73°34′	65°8′	0	—1°,0	1,0223	12°
135	19	»	74°	64°30′	0	+1°,5	1,0230	9°
136	»	»	»	»	200	—0°,7	1,0265	8°,5
137	»	»	»	»	625	——	1,0267	9°,5
138	20	31	73°33′	64°15′	0	—0°,3	1,0222	12°
139	21	»	73°18′	63°9′	0	0°	1,02285	12°
		Aug.						
140	22	3	72°21′	55°27′	0	+4°,8	1,02535	8°,5
57	23	»	71°49′	55°52′	0	+3°	1,02535	8°
58	24	4	71°7′	55°24′	0	+2°,7	1,02505	8°,5
59	25	»	70°24′	53°56′	0	+2°,2	1,02555	9°

Mellville bay var emot vanligheten i slutet af Juli 1883 alldeles uppfyld af is, och den deraf föranledda osäkra navigeringen i förening med dimma förorsakade, att longituden för den första i tabellerna uppsatta stationen är ganska obestämd.

Temperaturserierna tyckas ådagalägga, att i Baffins bay råder ett ännu mera kompliceradt temperaturförhållande än i de grönländska fjordarne. I ser N:o 34 förekomma två minima och tre maxima. Temperaturen i 300 meters djup är bestämd två gånger med samma resultat. Serien N:o 35 är tagen på 500 meters djup och visar en temperaturfördelning, som öfverensstämmer med förhållandet i Arsukfjorden och Vaigattet. Från ett maximum i ytan sjunker temperaturen till ett minimum i ett intermediert djup för att åter stiga mot bottnen. Det första maximet är i Baffins bay mycket obetydligt. Ser. N:o 36 synes mig vara af ett visst intresse, derför att den

gt och klorhalt.

Sp. v. $\frac{0^\circ}{4^\circ}$, enl. areometer.	Gram Cl. per liter vid 0°.	Procent klor.	Proc. salt, beräkn. af klorm.	Sp. v. $\frac{0^\circ}{4^\circ}$, beräknad af klorm.	Sp. v. $\frac{t^\circ}{4^\circ}$, beräknad af klorm.
1,0225	15,97	1,561	2,825	1,02270	1,02262
1,0275	19,45	1,893	3,424	1,02745	1,02743
1,0275	19,47	1,895	3,428	1,02748	—
1,02465	17,48	1,706	3,086	1,02478	—
1,02455	17,29	1,687	3,052	1,02451	1,02449
1,0272	19,15	1,864	3,372	1,02701	1,02709
1,0278	19,55	1,902	3,441	1,02759	1,02754
1,02325	16,47	1,610	2,912	1,02340	1,02343
1,0237	16,87	1,648	2,982	1,02395	1,02388
1,0273	19,23	1,872	3,386	1,02716	1,02719
1,02755	19,58	1,905	3,446	1,02762	—
1,02315	16,42	1,605	2,903	1,02332	1,02333
1,0239	16,84	1,644	2,975	1,02392	1,02392
1,0261	18,34	1,787	3,233	1,02594	1,02559
1,02605	18,36	1,790	3,238	1,02598	1,02579
1,0258	18,29	1,783	3,225	1,02588	1,02572
1,0264	18,70	1,822	3,296	1,02644	1,02631

visar temperaturen i de djupaste lagren. I denna serie tyckes det andra maximum, som ligger i omkr. 700 meters djup, och som i ser N:o 35 låg vid bottnen i 500 meters djup, efterträdas af ett andra minimum vid bottnen i 1450 meters djup. — Salthalten i ytlagren [1]) har i allmänhet blifvit funnen mycket låg, men den tyckes raskt växa med djupet. 625 meter under ytan fanns salthalten 3,446 proc.

Baffins bay är såsom bekant en temligen väl begränsad hafsvik, som genom Davis sund står i förbindelse med Atlanten, genom Jones sund, Lancaster sund och Smith sund med det norra polarhafvet. Denna egendomliga belägenhet mellan tvänne

[1]) Angående ytvattnets salthalt se kartan på taflan VI. För Baffins bay, Smith sund, Kane bassin, o. s. v. äro der äfven upptagna bestämningar gjorda af MOSS och BESSELS. De af dessa angifna specifika vigterna äro af mig reducerade till proc. salt. På flera ställen äro medeltal uppsatta i stället för de enkla bestämningarne.

haf af olika natur torde vara bestämmande för de hydrografiska förhållandena, och förekomsten af omväxlande kalla och varma vattenlager, som ofta träffats på öfvergången till arktiska haf, tyckes vara utmärkande äfven för Baffins bay.

Under det att Atlantens vatten är underkastadt jemförelsevis små variationer i specifik vigt, växlar polarvattnet i detta hänseende ganska betydligt. Sommartiden besitta de isbetäckta hafvens ytlager ofta en mycket låg egentlig vigt, i alla händelser lägre än den isfria varma oceanens, medan deras outspädda djupare lager på grund af sin låga temperatur äro af en högre specifik vigt. Ett ytlager af polart ursprung, af låg temperatur och låg salthalt, derunder ett jemförelsevis varmt och underst ånyo ett kallt borde på grund af dessa orsaker vara det enklaste förhållande, som skulle kunna förekomma i de djupaste delarne af Baffins bay. I serien N:o 36 återfinnes detta enkla förhållande med den inskränkningen, att de allra öfversta schikten af solvärmen tillfälligtvis fått en något förhöjd temperatur. I serien N:o 35 saknas det understa kalla lagret sannolikt med anledning af seriens ringa djup.

En sammanställning af dessa båda serier återfinnes på taflan III genomsnitt 2. Det varma vattnet tyckes stödja sig mot landet och befinner sig mycket närmare ytan i kustens närhet än på större afstånd från den samma. Såsom kartan på taflan VI visar, ligger detta genomsnitt i ungefär norr och söder. Det kan förefalla underligt, att det varma vattnet är mäktigast i den nordliga delen; men jag har all anledning att förmoda, att ett tvärgenomsnitt i öster och vester mellan serien N:o 36 och Grönlands vestkust skulle visa ett analogt förhållande. Jag var nämligen i tillfälle att på ett afstånd af omkring 30 sjömil öster om denna serie iakttaga en temperatur af några tiondels grader öfver 0° i 400 meters djup under den isbetäckta ytan. Emedan serien N:o 36 gifver för 300 meters djup — 1°,5 och för 500 — 0°,9, borde man således kunna misstänka, att det varma lagrets tjocklek skulle tillväxa från midten af Baffins bay åt öster mot den grönländska vestkusten på samma sätt, som det tyckes göra åt norr mot trakten af Kap York. Det skulle således befinna sig inbäddadt i polarvatten af olika specifik vigt ett jemförelsevis varmt (öfver 0°) från Atlanten härstammande lager, som skulle följa Vestgrönlands kust ända upp mot Smith sund.

I de djupare delarne af detta farvatten och dess nordligare fortsättningar tro sig NARES [1]) och MOSS [2]) hafva funnit ett vattenlager af Atlantiskt ursprung. MOSS säger: »The channels between the Polar Sea and Smith's Sound contain two strata of sea-water, not owing their temperatures to local causes — an upper stratum of polar water overlies a warmer northward flowing extension of the Atlantic. The specific gravity observations show that the relative position of the layers is due to salinity influencing their density more than temperature. To overlie the polar water, the denser stratum would require a temperature above 10° c. The highest deep temperature obtained was below the freezing point, but there is sufficient range between the specific gravities of the deepest samples obtained and of Atlantic water to permit warmer Atlantic water to exist at a greater depth.»

NARES utgår från den förutsättningen, att polarvatten — äfven från djupare lager — är af en mycket låg salthalt, och han stöder sin åsigt hufvudsakligen på den raska tillväxt i specifik vigt, som MOSS fann i nedanstående observationer:

79°40′	n. lat.	72°50′	v. long.	$1\frac{1}{2}$	famn.	— 1°,1	(Cels.).	1,02382	$\frac{0°}{4°}$
»	»	»	»	20	»	— 1°,5	»	1,02679	»
»	»	»	»	40	»	— 1°,2	»	1,02727	»
79°32′	»	73°10′	»	115	»	— 0°,6	»	1,02791	»

Men denna uppfattning kan näppeligen vara riktig. Den svaga temperaturhöjningen i de understa lagren torde gifva en nästan säkrare upplysning om deras ursprung.

[1]) Voyage to the Polar Sea. Vol. 2, London 1878, s. 158.
[2]) Proc. of the R. Soc. 27, 1878, s. 545.

Tillägg:

Ytvattenstemperaturer [1],

observerade under Sofias färd

I

mellan Reykiavik och isgränsen vid Grönlands ostkust,

Datum.	Timme.	N. lat.	V. long.	Temperatur i hafvet.	Temperatur i luften.	Datum.	Timme.	N. lat.	V. long.	Temperatur i hafvet.	Temperatur i luften.
Juni 10	9 e.m.	—	—	+7°,5	—	Juni 11	5 e.m.	—	—	+7°,8	—
»	10	—	—	+7°,6	—	»	6	—	—	+7°,7	—
»	11	—	—	+7°,6	—	»	7	—	—	+7°,7	—
»	12 m.n.	64°14′	23°44′	+7°,4	—	»	8	65°6′	29°50′	+7°,7	+7°,5
11	1 f.m.	—	—	+7°,4	—	»	9	—	—	+7°,7	—
»	2	—	—	+7°,4	—	»	10	—	—	+7°,4	—
»	3	—	—	+7°,3	—	»	11	—	—	+7°,2	—
»	4	64°17′	25°	+7°,5	+8°,5	»	12 m.n.	65°16′	31°6′	+7°,2	+7°
»	5	—	—	+7°,5	—	12	1 f.m.	—	—	+7°,3	—
»	6	—	—	+7°,7	—	»	2	—	—	+0°,9	—
»	7	—	—	+7°,7	—	»	3	—	—	+3°,3	—
»	8	64°20′	26°24′	+7°,8	+9°	»	4	65°25′	32°95′	+5°,9	+3°,5
»	9	—	—	+7°,9	—	»	5	—	—	+5°,5	—
»	10	—	—	+8°,0	—	»	6	—	—	+5°,0	—
»	11	—	—	+8°,5	—	»	7	—	—	+0°,5	—
»	12 m.d.	64°21′	27°47′	+8°,8	+9°	»	8	65°31′	33°49′	+0°,2	+2°
»	1 e.m.	—	—	+8°,2	—	»	9	—	—	+0°,1	—
»	2	—	—	+8°,3	—	»	10	—	—	+0°,1	—
»	3	64°36′	28°39′	+7°,7	—	»	11	65°31′	34°44′	+0°,1	—
»	4	64°43′	28°54′	+7°,7	+8°	»	12 m.d.	65°27′	35°4′	—0°,6	+4°,4

[1]) Dessa observationer äro på föranstaltande af Frih. NORDENSKIÖLD gjorda af de vakthafvande om bord.

II

mellan isgränsen vid Grönlands ostkust och Reykiavik,

Datum.	Timme.	N. lat.	V. long.	Temperatur i hafvet.	Temperatur i luften.	Datum.	Timme.	N. lat.	V. long.	Temperatur i hafvet.	Temperatur i luften.
Sept.						Sept.					
6	5 e.m.	66°18′	34°50′	—0°,7	—	8	8 f.m.	64°	28°13′	+9°,1	+9°,0
»	6	—	—	+0°,1	—	»	9	—	—	+9°,2	—
»	7	—	—	+0°,4	—	»	10	—	—	+9°,2	—
»	8	66°5′	34°5′	+1°,5	+1°,6	»	11	—	—	+9°,2	—
»	9	—	—	+1°,8	—	»	12 m.d.	63°34′	25°55′	+9°,2	+9°,3
»	10	—	—	+2°,0	—	»	1 e.m.	—	—	+9°,1	—
»	11	—	—	+2°,0	—	»	2	—	—	+9°,3	—
»	11,30	65°51′	33°5′	+3°,5	—	»	3	—	—	+9°,4	—
7	1 f.m.	»	»	+4°,5	—	»	4	63°37′	26°30′	+9°,4	+9°,2
»	2	—	—	+5°,2	—	»	5	—	—	+9°,3	—
»	3	—	—	+4°,6	—	»	6	—	—	+9°,2	—
»	4	65°38′	32°	+3°,6	+1°,4	»	7	—	—	+9°,3	—
»	5	—	—	+5°,0	—	»	8	—	—	+9°,3	+9°,0
»	6	—	—	+8°,0	—	»	9	—	—	+9°,3	—
»	7	—	—	+8°,8	—	»	10	63°38′	25°20′	+9°,3	—
»	8	65°22′	30°50′	+8°,8	+2°,5	»	11	—	—	+9°,3	—
»	9	65°17′	30°30′	+8°,4	—	»	12 m.n.	—	—	+9°,3	+6°,3
»	8 e.m.	65°6′	30°10′	+8°,8	+4°,4	9	1 f.m.	—	—	+9°,3	—
»	9	—	—	+8°,8	—	»	2	—	—	+9°,3	—
»	10	—	—	+8°,8	—	»	3	—	—	+9°,3	—
»	11	—	—	+8°,6	—	»	4	63°38′	25°10′	+9°,3	+7°,0
»	12 m.n.	64°42′	29°25′	+8°,7	+7°,0	»	5	—	—	+9°,2	—
8	1 f.m.	—	—	+8°,7	—	»	6	—	—	+9°,0	—
»	2	—	—	+9°,0	—	»	7	—	—	+9°,0	—
»	3	—	—	+9°,2	—	»	8	—	—	+9°,1	+8°,0
»	4	64°15′	28°35′	+8°,8	+7°,8	»	9	—	—	+9°,1	—
»	5	—	—	+8°,7	—	»	10	—	—	+9°,1	—
»	6	—	—	+8°,8	—	»	11	—	—	+9°,2	—
»	7	—	—	+9°,0	—	»	12	—	—	+9°,2	+9°,2

III

längs den ostgrönländska polarströmmen,

Datum.	Timme.	N. lat.	V. long.	Temperatur i hafvet.	Temperatur i luften.	Datum.	Timme.	N. lat.	V. long.	Temperatur i hafvet.	Temperatur i luften.
Juni						Juni					
12	10 f.m.	—	—	+0°,1	—	13	6 e.m.	—	—	+5°,7	—
»	11	65°31′	34°44′	+0°,1	—	»	7	—	—	+6°,2	—
»	12 m.d.	65°27′	35°4′	—0°,6	+4°,4	»	8	63°5′	39°4°	+6°,2	+8°,7
»	1 e.m.	—	—	+0°,6	—	»	9	—	—	+6°,3	—
»	2	—	—	+0°,6	—	»	10	—	—	+6°,2	—
»	3	—	—	+0°,6	—	»	11	—	—	+6°,2	—
»	4	65°9′	35°29′	+0°,6	—	»	12 m.n.	63°9′	39°31′	+6°,2	+8°,4
»	5	—	—	+0°,6	—	14	1 f.m.	—	—	+6°,4	—
»	6	—	—	+0°,6	—	»	2	—	—	+6°,2	—
»	7	—	—	+0°,8	—	»	3	—	—	+5°,9	—
»	8	65°2′	36°3′	+1°,0	+1°,1	»	4	62°41′	39°45′	+5°,7	+5°,0
»	9	—	—	+0°,7	—	»	5	—	—	+5°,7	—
»	10	—	—	+0°,6	—	»	6	—	—	+5°,7	—
»	11	—	—	+0°,6	—	»	7	—	—	+5°,7	—
»	12 m.n.	64°47′	37°8′	+0°,7	+1°,0	»	8	62°37′	40°3′	+5°,7	—
13	1 f.m.	—	—	+0°,8	—	»	9	—	—	+5°,6	—
»	2	—	—	+0°,6	—	»	10	—	—	+5°,3	—
»	3	—	—	+0°,4	—	»	11	—	—	+4°,6	—
»	4	64°27′	37°30′	+0°,2	—0°,5	»	12 m.d.	62°31′	40°6′	+4°,0	+3°,0
»	5	—	—	+0°,9	—	»	1 e.m.	—	—	+6°,6	—
»	6	—	—	—0°,8	—	»	2	—	—	+6°,4	—
»	7	—	—	—0°,8	—	»	3	—	—	+6°,2	—
»	8	64°2′	37°49′	—0°,9	+1°,5	»	4	62°7′	40°5′	+6°,0	+4°,5
»	9	—	—	—0°,8	—	»	5	—	—	+5°,8	—
»	10	—	—	—0°,6	—	»	6	—	—	+5°,8	—
»	11	—	—	—0°,2	—	»	7	—	—	+5°,2	—
»	12 m.d.	63°36′	38°1′	+3°,8	—	»	8	61°47′	40°5′	+4°,5	+4°,5
»	1 e.m.	—	—	+5°,0	—	»	9	—	—	+5°,5	—
»	2	—	—	+5°,0	—	»	10	—	—	+4°,5	—
»	3	—	—	+5°,5	—	»	11	—	—	+3°,8	—
»	4	63°23′	38°5′	+5°,8	+9°,4	»	12 m.n.	61°17′	40°38′	+4°,0	+3°,0
»	5	—	—	+5°,6	—	15	1 f.m.	—	—	+4°,0	—

Datum.	Timme.	N. lat.	V. long.	Temperatur	
				i hafvet.	i luften.
Juni					
15	2 f.m.	—	—	+5°,0	—
»	3	—	—	+5°,2	—
»	4	60°53′	40°54′	+5°,4	+8°,5
»	5	—	—	+5°,4	—
»	6	—	—	+5°,3	—
»	7	—	—	+5°,6	—
»	8	60°17′	41°38′	+4°,7	+5°,0
»	9	—	—	+4°,5	—
»	10	—	—	+4°,2	—
»	11	—	—	+4°,0	—
»	12 m.d.	—	—	+3°,6	+3°,5
»	1 e.m.	—	—	+3°,0	—
»	2	—	—	+3°,4	—
»	3	—	—	+3°,3	—
»	4	—	—	+3°,5	+4°,5
»	5	—	—	+3°,2	—
»	6	—	—	+3°,4	—
»	7	—	—	+4°,6	—
»	8	59°41′	42°24′	+4°,5	+4°,0
»	9	—	—	+4°,0	—
»	10	—	—	+4°,0	—
»	11	—	—	+4°,0	—
»	12 m.n.	—	—	+4°,0	+5°,0
16	1 f.m.	—	—	+3°,5	—
»	2	—	—	+3°,2	—
»	3	—	—	+3°,4	—
»	4	59°26′	43°40′	+3°,8	+5°,0
»	5	—	—	+4°,0	—
»	6	—	—	+4°,3	—
»	7	—	—	+4°,5	—
»	8	59°26′	44°35′	+4°,3	+5°,0
»	9	—	—	+4°,4	—
»	10	—	—	+4°,2	—
»	11	—	—	+1°,0	—
»	12	59°28′	45°41′	+2°,9	+5°,5

Datum.	Timme.	N. lat.	V. long.	Temperatur	
				i hafvet.	i luften.
Aug.					
31	6 f.m.	59°43′	43°16′	+0°,3	—
»	7	—	—	+0°,2	—
»	8	—	—	0°,0	—
»	9	—	—	0°,0	—
»	10	—	—	+1°,2	—
»	12 m.d.	59°33′	43°25′	—	+1°,3
»	1 e.m.	—	—	+1°,2	—
»	2	—	—	+2°,3	—
»	3	—	—	+4°,0	—
»	4	59°45′	42°36′	+8°,0	—0°,2
»	5	—	—	+7°,3	—
»	6	—	—	+4°,4	—
»	7	—	—	+0°,4	—
»	8	60°8′	42°10′	+0°,1	0°,0
»	9	—	—	0°,0	—
»	10	—	—	+1°,8	—
»	11	—	—	+1°,8	—
»	12 m.n.	60°26′	41°50′	+2°,2	—
Sept.					
1	1 f.m.	—	—	+4°,5	—
»	2	—	—	+4°,8	—
»	3	—	—	+5°,0	—
»	4	60°43′	41°40′	+5°,3	—
»	7	60°46′	41°45′	+3°,5	—
»	8	—	—	+4°,0	+0°,9
»	9	—	—	+3°,4	—
»	10	—	—	+3°,0	—
»	11	—	—	0°,0	—
»	12 m.d.	61°23′	42°23′	+3°,2	+0°,3
»	1	—	—	0°,0	—
»	2	—	—	0°,0	—
»	3	—	—	0°,0	—
»	4 e.m.	61°6′	41°35′	0°,0	+0°,3
»	5	—	—	+0°,5	—
»	6	—	—	+1°,0	—

Datum.	Timme.	N. lat.	V. long.	Temperatur		Datum.	Timme.	N. lat.	V. long.	Temperatur	
				i hafvet.	i luften.					i hafvet.	i luften.
Sept. 1	7 e.m.	—	—	+1°,0	—	Sept. 3	12 m.d.	63°41′	39°53′	+2°,7	+0°,8
»	8	61°22′	40°50′	+1°,5	+1°,3	»	4 e.m.	63°55′	39°25′	+5°,2	+2°,4
»	9	—	—	+2°,5	—	»	8	64°18′	39°8′	+5°,2	+2°,0
»	10	—	—	+3°,0	—	»	9	—	—	+1°,2	—
»	11	—	—	+2°,8	—	»	10	—	—	+2°,9	—
»	12 m.n.	61°39′	41°13′	+2°,6	+1°,0	»	11	—	—	—0°,7	—
2	1 f.m.	—	—	+2°,5	—	»	12 m.n.	64°40′	38°35′	—0°,6	—0°,2
»	2	—	—	+2°,4	—	4	1 f.m.	—	—	+1°,2	—
»	3	—	—	+2°,4	—	»	2	—	—	+0°,5	—
»	4	61°47′	41°25′	+1°,8	+1°,5	»	3	—	—	+1°,0	—
»	5	—	—	+0°,5	—	»	4	65°4′	37°47′	+0°,4	+1°,9
»	6	—	—	0°,0	—	»	8	65°28′	37°20′	+0°,4	+2°,3
»	7	—	—	—0°,2	—	5	8 e.m.	65°30′	35°30′	+4°,7	+2°,3
»	8	62°4′	41°	—0°,4	+2°,2	6	5 f.m.	65°27′	35°54′	+0°,3	—
»	9	—	—	—0°,6	—	»	6	—	—	+0°,4	—
»	10	—	—	—1°,0	—	»	7	—	—	+1°,2	—
»	11	—	—	—0°,6	—	»	8	65°40′	35°14′	—0°,6	+1°,9
»	12 m.d.	62°19′	40°32′	0°,0	+2°,5	»	9	—	—	—0°,6	—
»	4 e.m.	62°46′	40°42′	+0°,6	+0°,2	»	10	—	—	0°,0	—
»	8	63°10′	40°35′	—0°,8	+1°,6	»	11	—	—	+0°,6	—
»	12 m.n.	—	—	+0°,6	+1°,0	»	12 m.d.	66°3′	34°13′	+0°,2	+2°,9
3	4 f.m.	63°15′	40°30′	0°,0	+0°,6	»	1 e.m.	—	—	—0°,3	—
»	8	63°29′	40°10′	—0°,3	+0°,4	»	2	—	—	—0°,3	—
»	9	—	—	+0°,2	—	»	3	66°10′	34°35′	—0°,8	—
»	10	—	—	+0°,2	—	»	4	»	»	—0°,3	+1°,4
»	11	—	—	+2°,0	—						

IV

längs Grönlands vestkust,

Datum.	Timme.	N. lat.	V. long.	Temperatur i hafvet.	Temperatur i luften.	Datum.	Timme.	N. lat.	V. long.	Temperatur i hafvet.	Temperatur i luften.
Juni 23	8 e.m.	Arsuk fj.		+2°,2	+12°,0	Juni 25	4	—	—	+1°,0	+1°,5
»	9	—	—	+2°,2	—	»	5	—	—	+1°,4	—
»	10	—	—	+2°,2	—	»	6	—	—	+1°,5	—
»	11	—	—	+2°,2	—	»	7	—	—	+1°,5	—
»	12 m.n.	—	—	+2°,2	—	»	8	—	—	+1°,5	+5°,0
24	1 f.m.	—	—	+0°,9	+5°,0	»	9	—	—	+1°,5	—
»	2	—	—	+1°,0	—	»	10	—	—	+1°,5	—
»	3	—	—	+1°,0	—	»	11	—	—	+1°,6	—
»	4	—	—	+1°,0	+5°,7	»	12 m.d.	65°45′	53°43′	+1°,6	+7°,0
»	5	—	—	+1°,5	—	»	1 e.m.	—	—	+1°,5	—
»	6	—	—	+1°,5	—	»	2	—	—	+1°,4	—
»	7	—	—	+2°,0	—	»	3	—	—	+1°,5	—
»	8	—	—	+2°,5	+5°,0	»	4	—	—	+1°.6	+3°,7
»	9	—	—	+1°,2	—	»	5	—	—	+1°,5	—
»	10	—	—	+1°,3	—	»	6	—	—	+1°.4	—
»	11	—	—	+1°,0	—	»	7	—	—	+1°,0	—
»	12 m.d.	62°34′	50°53′	+0°,5	+7°,0	»	8	—	—	+0°,6	+2°,5
»	1 e.m.	—	—	+0°,8	—	»	9	—	—	+0°,6	—
»	2	—	—	+0°,8	—	»	10	—	—	+0°,8	—
»	3	—	—	+1°,0	—	»	11	—	—	+1°,0	—
»	4	—	—	+1°,0	—	»	12 m.n.	—	—	+1°.0	+1°,2
»	5	—	—	+1°,0	—	26	1 f.m.	—	—	+0°,9	—
»	6	—	—	+0°,8	—	»	2	—	—	+0°.7	—
»	7	—	—	+0°,8	—	»	3	—	—	+0°.7	—
»	8	—	—	+0°,8	+1°,5	»	4	—	—	+0°,8	+0°,5
»	9	—	—	+0°,7	—	»	5	—	—	+0°,8	—
»	10	—	—	+0°,6	—	»	6	—	—	+1°,0	—
»	11	—	—	+0°.5	—	»	7	—	—	+0°,5	—
»	12 m.n.	—	—	+0°,5	+1°,0	»	8	—	—	+0°,3	0°,0
25	1 f.m.	—	—	+0°,8	—	»	9	—	—	0°,0	—
»	2	—	—	+0°,8	—	»	10	—	—	0°,0	—
»	3	—	—	+1°,0	—	»	11	—	—	0°,0	—

Datum.	Timme.	N. lat.	V. long.	Temperatur i hafvet.	Temperatur i luften.	Datum.	Timme.	N. lat.	V. long.	Temperatur i hafvet.	Temperatur i luften.
Juni						Juni					
26	12 m.d.	68°4′	55°29′	+0°,1	+1°,5	26	10 e.m.	—	—	+0°,2	—
»	1 e.m.	—	—	+0°,8	—	»	11	—	—	+0°,2	—
»	2	—	—	+0°,8	—	»	12 m.n.	—	—	+0°,2	—
»	3	—	—	+0°,5	—	Juli					
»	4	—	—	0°,0	+3°,3	21	8 e.m.	70°32′	54°17′	—	+4°,5
»	5	—	—	+0°,5	—	»	12 m.n.	—	—	+3°,3	+3°,6
»	6	—	—	+0°,5	—	22	4 f.m.	—	—	+3°,3	+4°,3
»	7	—	—	+1°,0	—	»	8	—	—	+2°,0	+9°,8
»	8	—	—	+1°,0	—0°,1	»	12 m.d.	Upernivik.		+2°,3	+4°
»	9	—	—	+0°,2	—						

V

mellan Tasiusak och Ivsugigsok,

Datum.	Timme.	N. lat.	V. long.	Temperatur i hafvet.	Temperatur i luften.	Datum.	Timme.	N. lat.	V. long.	Temperatur i hafvet.	Temperatur i luften.
Juli						Juli					
23	12,40 e.m.	Tasiusak.		—	+6°,2	25	8 f.m.	—	—	+2°,0	+7°,0
»	4	—	—	+3°,8	+4°,2	»	12 m.d.	74°41′	61°12′	+0°,4	+1°,2
»	8	—	—	+3°,3	+3°,6	»	4 e.m.	—	—	+2°,3	+0°,5
»	12 m.n.	—	—	+3°,1	+2°,0	»	8	—	—	+1°,1	—0°,5
24	4 f.m.	—	—	+3°,1	+2°,0	»	12 m.n.	—	—	—0°,4	0°,0
»	8	75°20′	—	+2°,7	+2°,0	26	4 f.m.	—	—	—0°,3	+2°,8
»	12 m.d.	»	—	+1°,9	+2°,3	»	8	—	—	—0°,2	+2°,2
»	4 e.m.	—	—	+1°,3	+2°,0	»	12 m.d.	75°42′	66°18′	—0°,3	+5°,0
»	8	—	—	+1°,4	+2°,6	»	4 e.m.	—	—	—0°,3	+1°,2
»	12 m.n.	—	—	+1°,7	+2°,9	»	7,30	Conical Rock.		—	—
25	4 f.m.	—	—	+1°,5	+11°,6						

VI

mellan Ivsugigsok och Tasiusak.

Datum.	Timme.	N. lat.	V. long.	Temperatur i hafvet.	Temperatur i luften.	Datum.	Timme.	N. lat.	V. long.	Temperatur i hafvet.	Temperatur i luften.
Juli						Juli					
29	10 e.m.	75°26′	67°27′	+0°,4	—	31	4 f.m.	—	—	—0°,8	—0°,3
»	12 m.n.	—	—	—0°,8	—1°,6	»	4 e.m.	—	—	—0°,2	+2°,0
30	4 f.m.	—	—	—1°,0	—1°,5	»	8	—	—	—0°,2	0°,0
»	8	—	—	+1°,2	+3°,0	»	12 m.n.	—	—	+0°,2	+0°,2
»	12 m.d.	74°	64°30′	+0°,9	+5°,2	Aug.					
»	4 e.m.	»	»	+1°,5	—	1	4 f.m.	—	—	+1°,7	+1°,7
»	8	—	—	—0°,2	—0°,1	»	8	—	—	+1°,6	+1°,8
»	12 m.n.	—	—	—0°,8	—1°,2	»	12 m.d.	—	—	+1°,5	+1°,9

INNEHÅLL.

Obs.: Alla longituder äro räknade från Greenwich, alla djup äro angifna i meter och alla horizontela afstånd i naut. mil (60 = 1 lat.-grad), om ej annat i texten uttryckligen angifves.

Fig. 1.

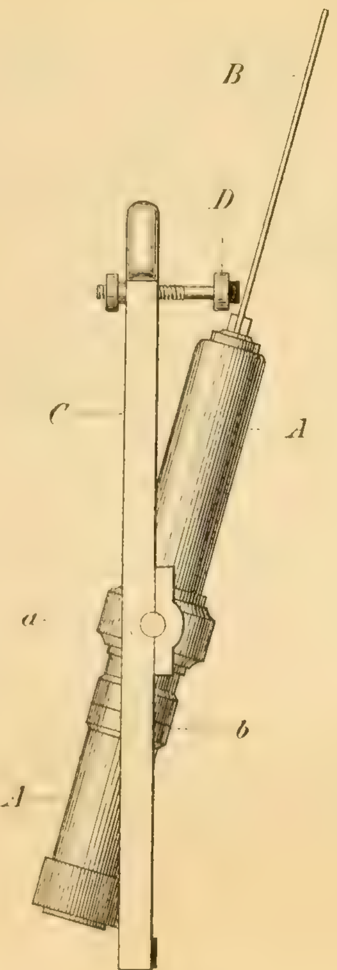


Fig. 2.

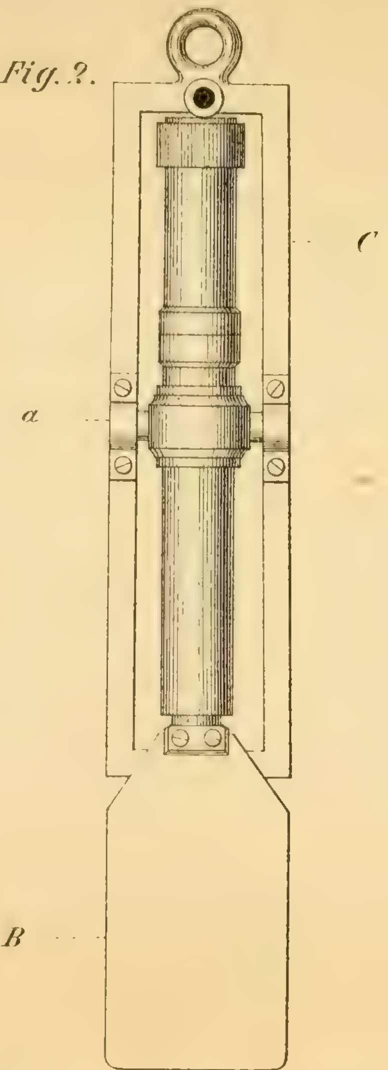
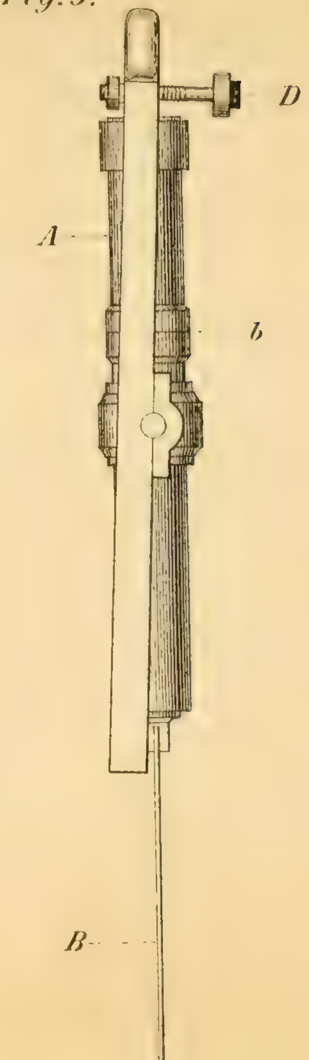
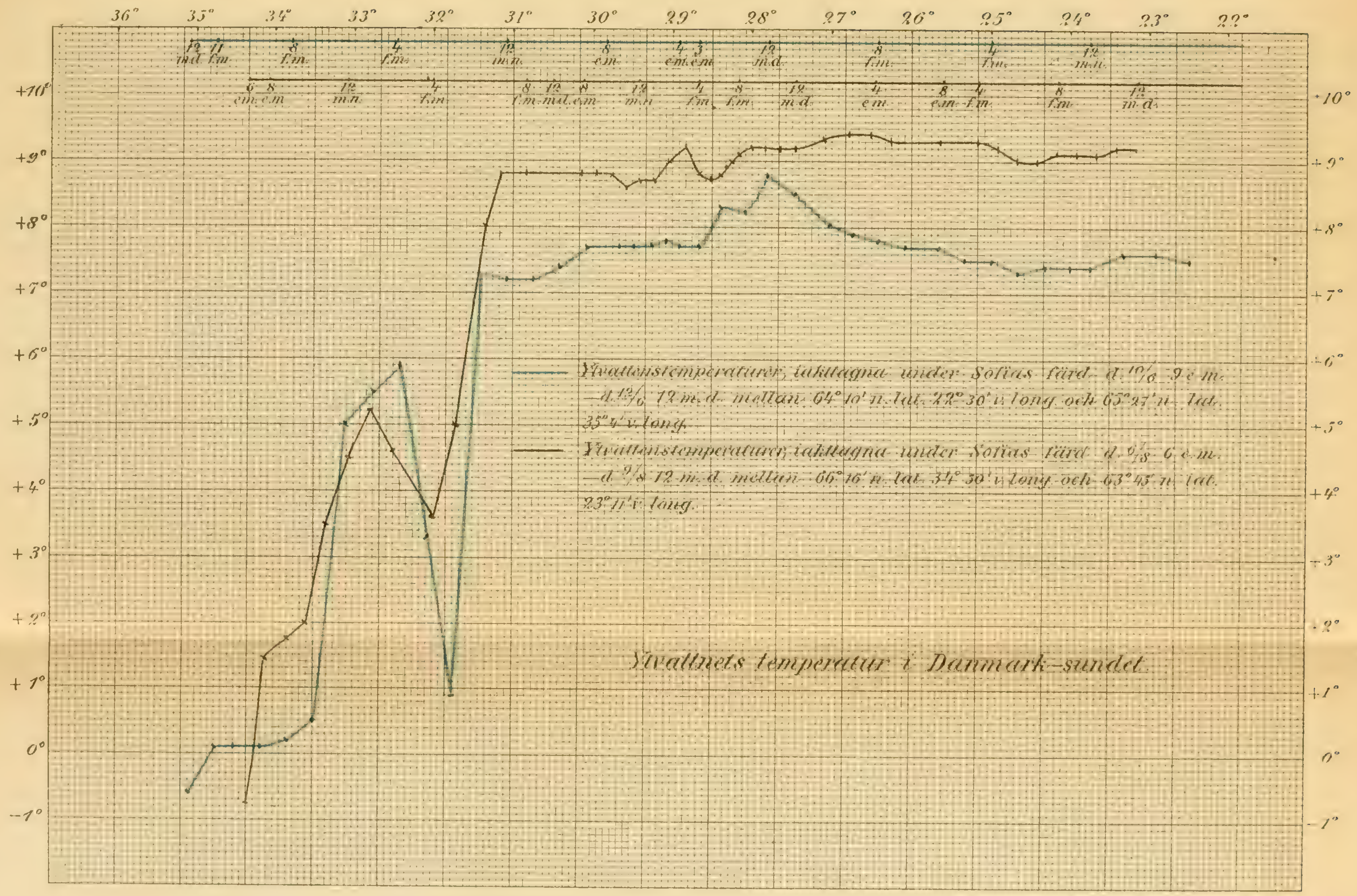


Fig. 3.



Lith. W. Schlachter, Stockholm.



Ytvattnets temperatur i Danmark-sundet.

Danmark-sundet.

POLARSTRÖM.

Meter. 0, 100, 200, 300, 400, 500, 1000, 1500, 2000

2,943 0° +2° 3,396 +4° +5° +4° +3° +4° +6° +8° 3,522 +8°,6 +8° +7°,2

-1,5 +3,1 +3,2 3,526 +6° 3,522 +5°,6 +4° 3,531 +4°,4 +2° +1°2 3,510

Genomsnitt 1.

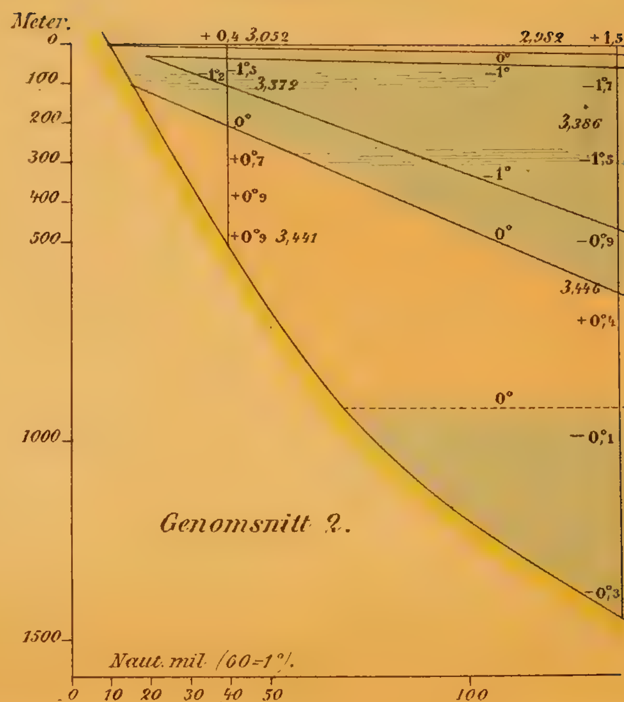
Färgförklaringar:

- vatten af temp. under 0°,
- " " " " 0°–6°,
- " " " " öfver 6°,
- botten.

Obs. Siffror, sådana som 3,522 uttrycka salthalt.
" " " " " " +8°,6 uttrycka temperatur.

Naut. mil (60=1°). 10 20 30 40 50 100

Baffins bay.



Genomsnitt 3.

Arsuk-fjord (längdgenomsnitt).

Meter. 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600

3,136 +0°,3 3,366 0°

1,910 +7°,3 1,516 +6°,8 0,917 +6°,3 0,811 +4°,6 Isblink.

0° 3,284 0° 3,259 -0,2 3,300 -0°,6 3,126 -0°,4 3,324 +0°,1

-0°,4 3,322 0° +1° 3,365 +1°,3

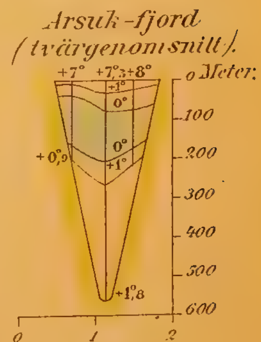
+1°,4 3,401

+1°,8 3,411

Naut. mil (60=1°). 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Genomsnitt 4.

Arsuk-fjord (tvärgenomsnitt).



Genomsnitt 5.

Amitsok (längdgenomsnitt).

Meter. 0, 100, 200

2,956 +1°,8 2,890 +2°,3 2,516 +3°,3

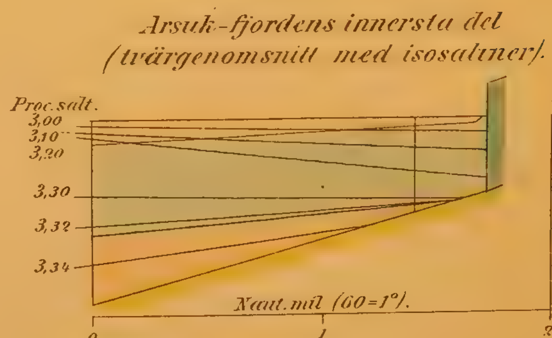
+0°,3 3,216 0° +0°,4 3,220 +0°,3 3,092

-0°,6 3,343

Naut. mil (60=1°). 0 1 2 3 4 5 6 7

Genomsnitt 6.

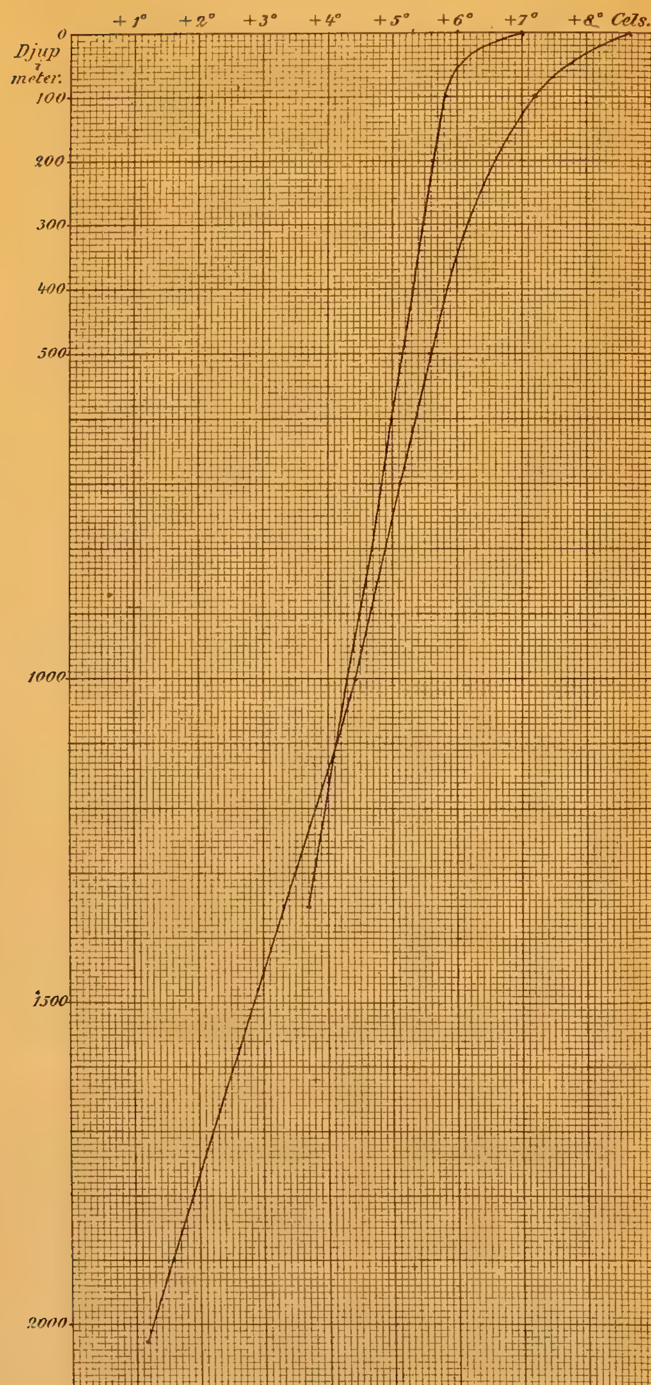
Arsuk-fjordens innersta del (tvärgenomsnitt med isosaliner).



Lith W. Schlachter, Stockholm.

Temperaturens variationer med djupet

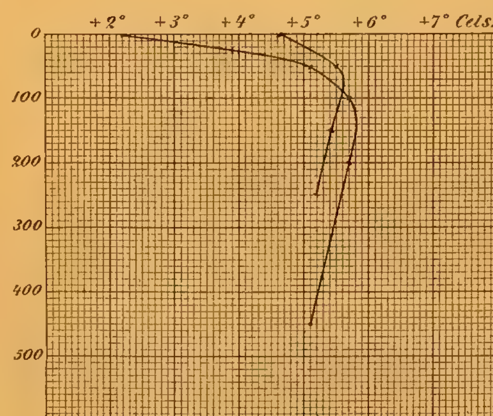
a) i Irmingerströmmen;



b) i polarströmmen;

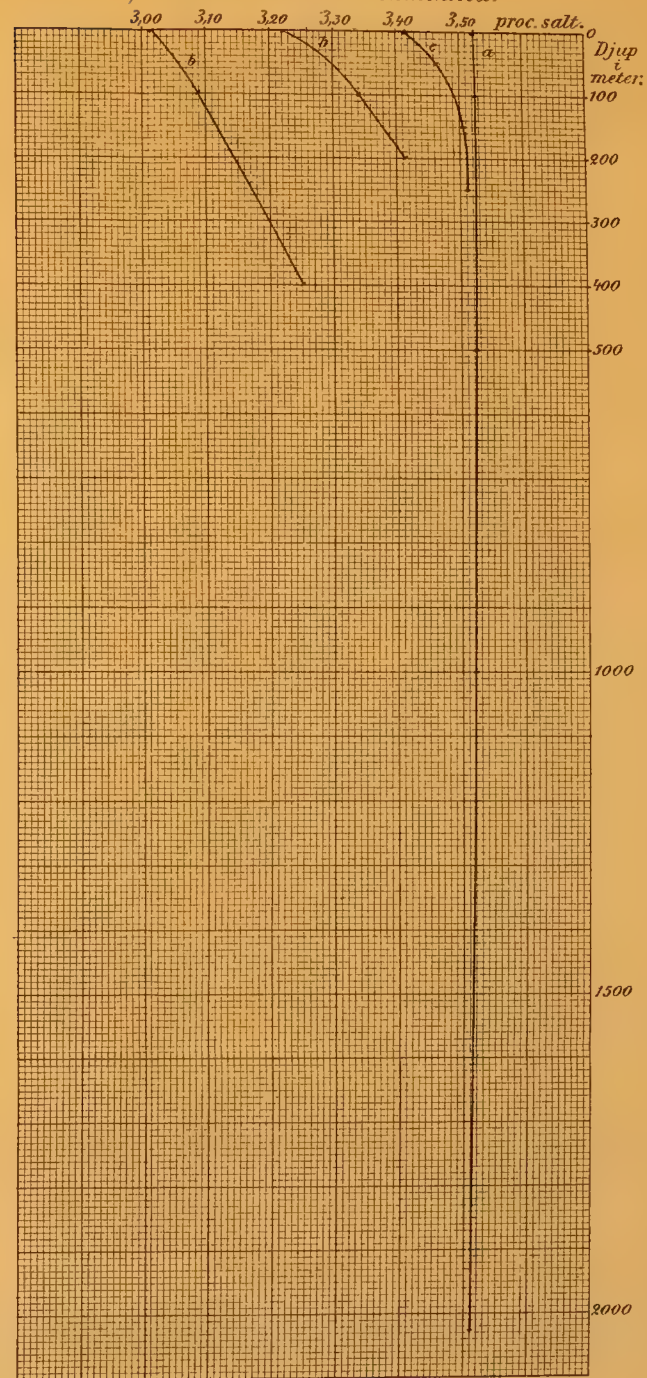


c) mellan de båda strömmarna.

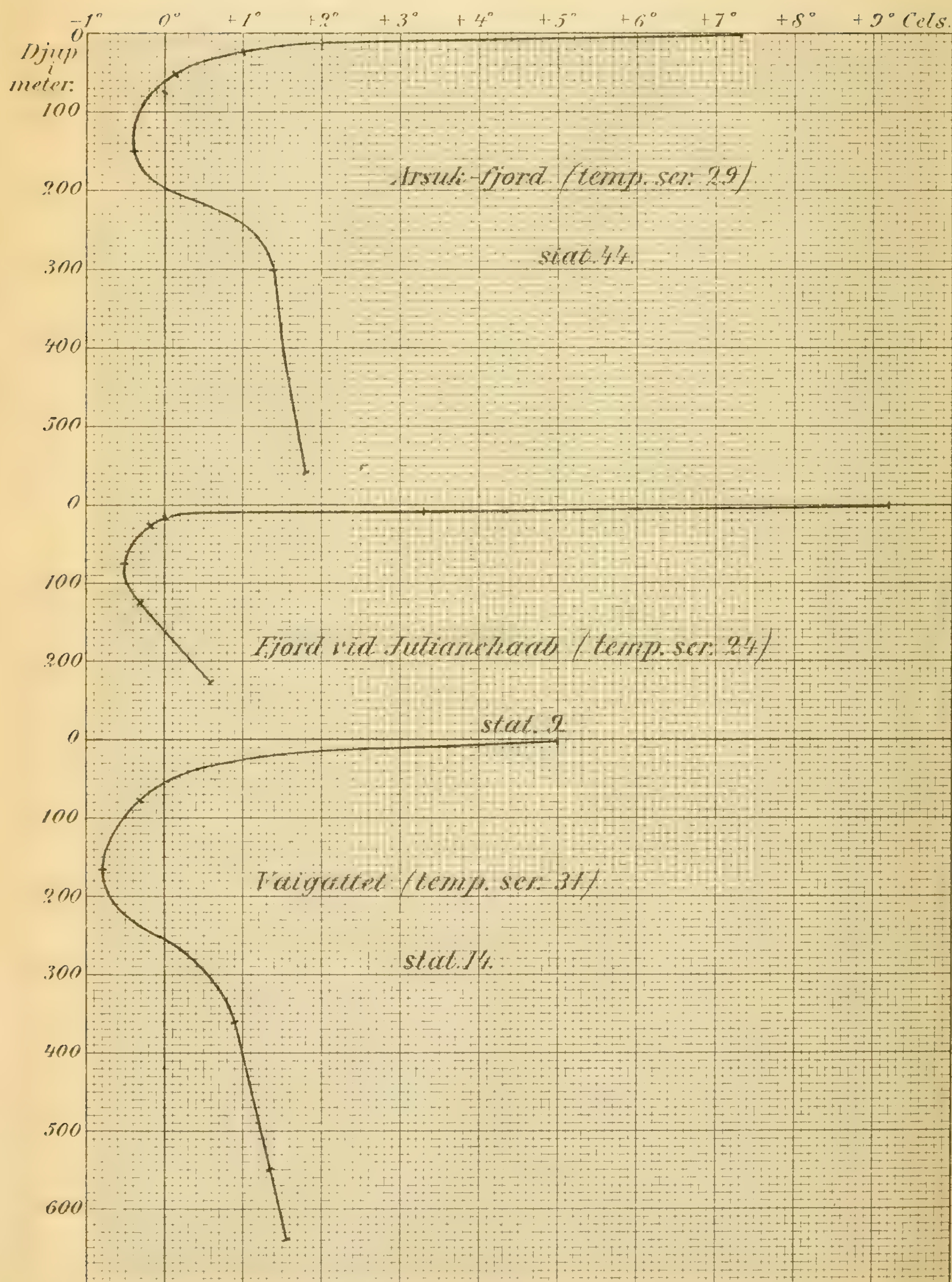


Salthaltens variationer med djupet

a) i Irmingerströmmen,
b) i polarströmmen,
c) mellan de båda strömmarna.

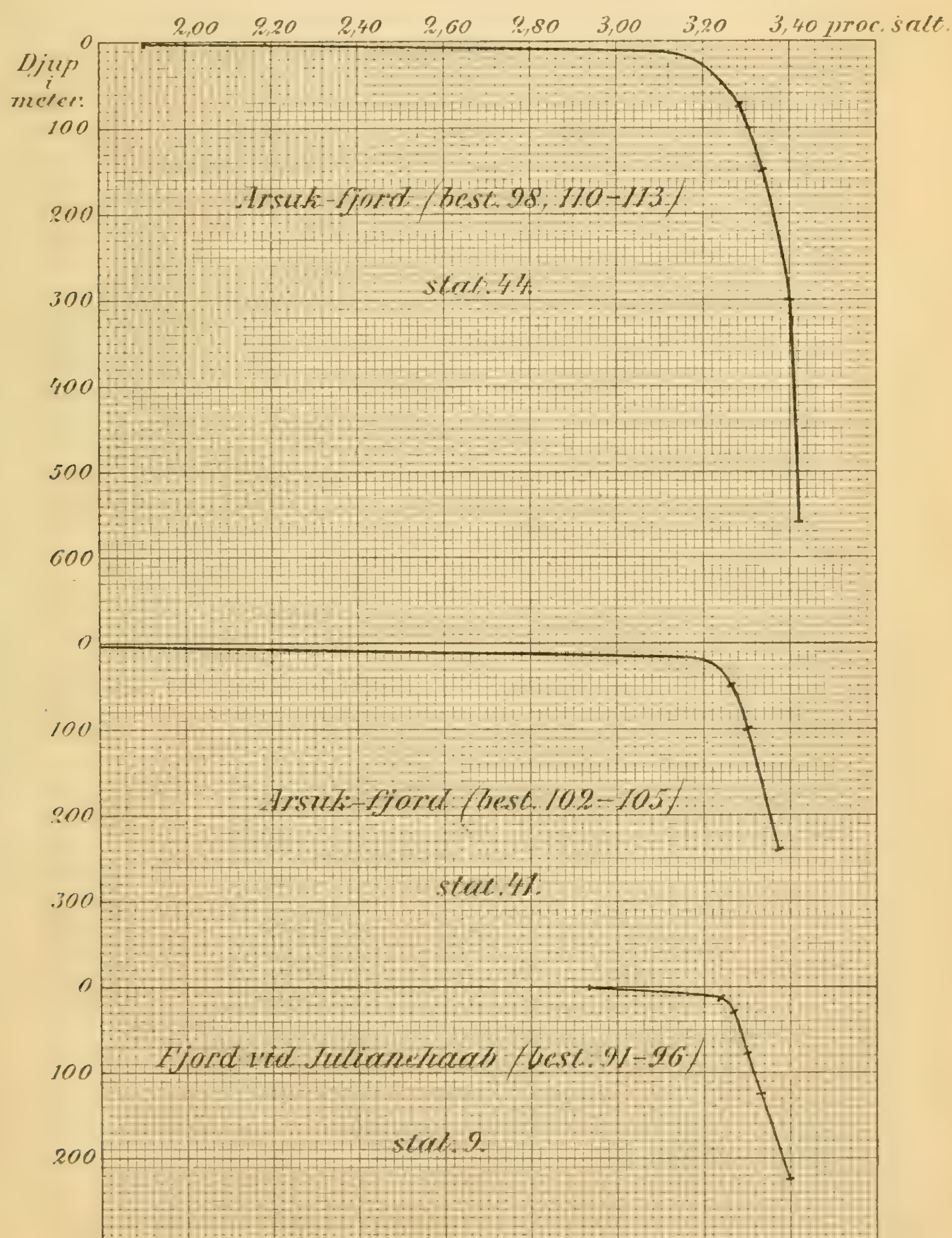


Lith. W. Schlachter, Stockholm.

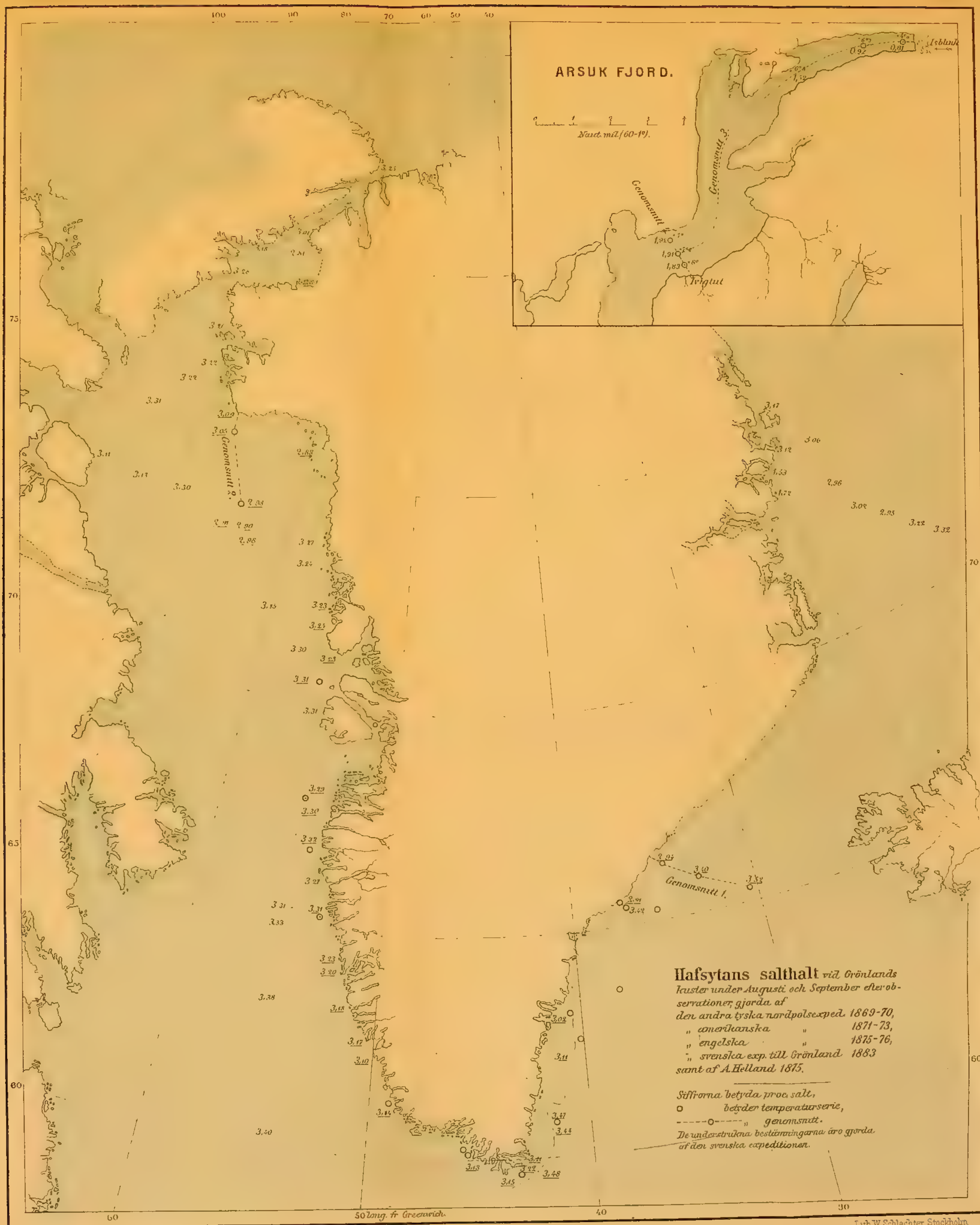

Temperaturens
−1° 0° +1° +2° +3° +4° +5° +6° +7° +8° +9° Cels.
Djup i meter.
0
100
200
300
400
500
Arsuk-fjord (temp. ser. 29)
stat. 44.
0
100
200
Fjord vid Julianehaab (temp. ser. 24)
stat. 9.
0
100
200
300
400
500
600
Vaigattet (temp. ser. 31)
stat. 14.

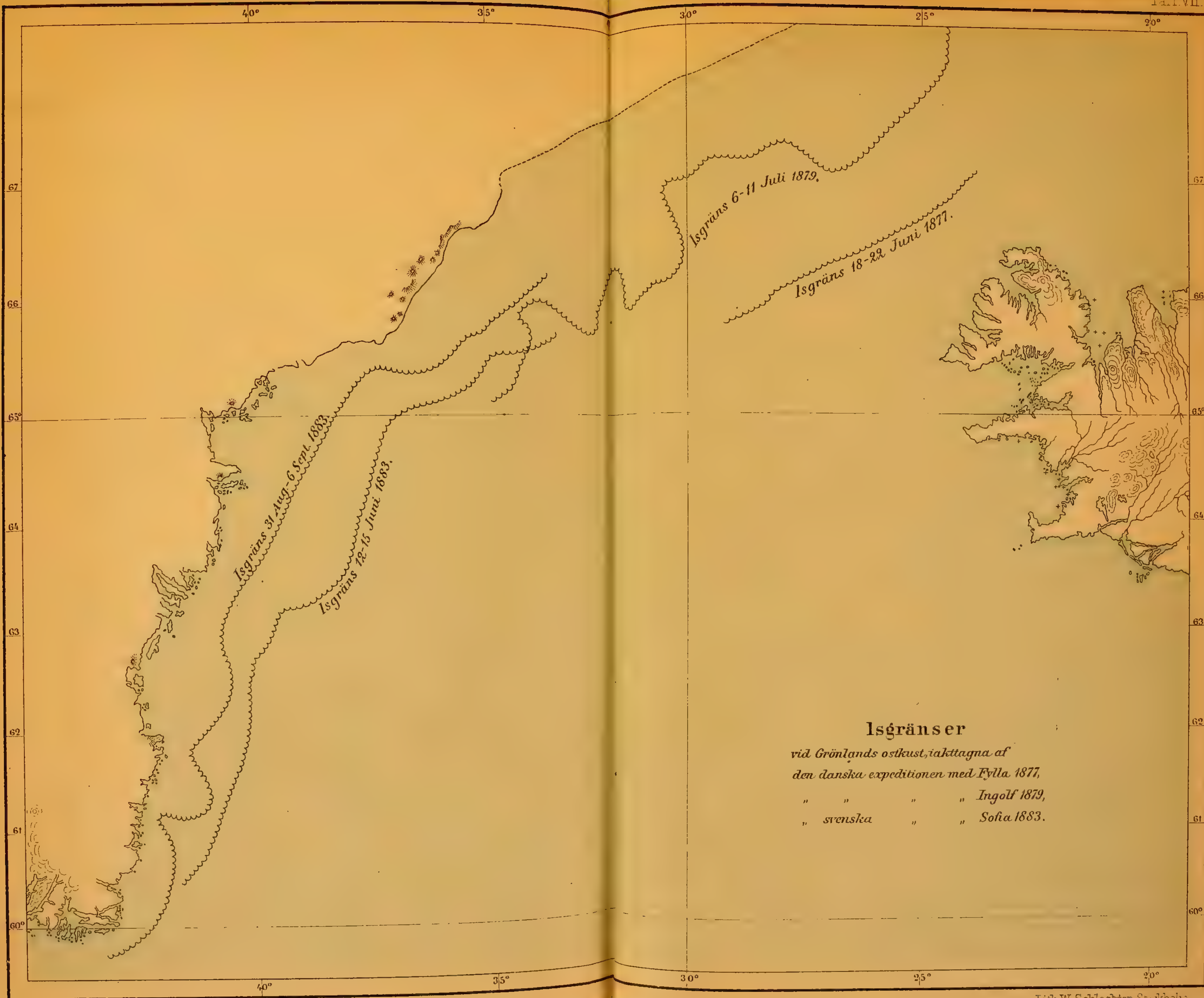
och

Salthaltens variationer med djupet i några grönländska fjordar.



Lith. W. Schlachter, Stockholm.


ARSUK FJORD.
Naut. mil (60-1°).
Genomsnitt 2.
Genomsnitt 3.
Genomsnitt 1.
Isblink
Ivigtut
Hafsytans salthalt vid Grönlands kuster under Augusti och September efter observationer, gjorda af
den andra tyska nordpolsexped. 1869-70,
„ amerikanska „ 1871-73,
„ engelska „ 1875-76,
„ svenska exp. till Grönland 1883
samt af A. Helland 1875.
Siffrorna betyda proc. salt,
○ betyder temperaturserie,
-----○----- „ genomsnitt.
De understrukna bestämningarna äro gjorda af den svenska expeditionen.
50 long. fr Greenwich
Lith. W. Schlachter. Stockholm


Isgräns 6-11 Juli 1879.
Isgräns 18-22 Juni 1877.
Isgräns 31 Aug.-6 Sept. 1883.
Isgräns 12-15 Juni 1883.
Isgränser
vid Grönlands ostkust, iakttagna af
den danska expeditionen med Fylla 1877,
" " " " Ingolf 1879,
" svenska " " Sofia 1883.
40°
35°
30°
25°
20°
67
66
65°
64
63
62
61
60°

I ett par föregående uppsatser har jag redogjort för mina undersökningar öfver den enkla rhodanvätesyran, dess polymerisation och föreningar med alkoholer, eterarter och syror. I föreliggande uppsats skall redogöras för den polymera form af rhodanvätet, hvars egenskaper likna cyanursyrans och som sålunda står till rhodanvätet i samma förhållande som cyanursyran står till cyansyran. Jag har kallat den *trithiocyanursyra*. Dess molekul innehåller gruppen SH trenne gånger. Syrans formel är följaktligen $(HS)_3(CN)_3$.

I sammanhang härmed skall jag äfven omnämna en annan syra, som till sammansättning och egenskaper öfverensstämmer ännu mer med cyanursyran än fallet är med föregående förening. Den är intermediär af cyanursyran och trithiocyanursyran och skiljer sig från den senare, derigenom att dess molekul innehåller 1 at. svafvel ersatt af 1 at. syre. Jag har kallat den *dithiocyanursyra*. Dess molekul innehåller tvenne gånger gruppen SH och dess formel är följaktligen $\left.\begin{matrix}(HS)_2\\ HO\end{matrix}\right\rbrace (CN)_3$.

I. Trithiocyanursyra.

Försättes en conc. lösning af cyansyradt kali med en för dess sönderdelning otillräcklig mängd syra, så inträder delvis, enligt uppgift af LIEBIG, en polymerisation af cyansyran. Det bildas cyanursyrans sura kalisalt. Detta är det enda hittills kända fall, der cyansyran direkt öfvergår i cyanursyra. Under andra förhållanden öfvergår den antingen till cyamelid eller under upptagande af vatten till kolsyra och ammoniak. Mina undersökningar af cyansyran hafva lärt mig känna ännu ett annat fall, der cyansyran direkt öfverföres i cyanursyra. Förhallandet är följande. En vattenlösning af cyansyradt kali, som hålles väl afkyld, öfvergjutes med ett lager eter, hvarpå under om-

skakning saltsyra tillsättes försigtigt. Etern upptager då en icke obetydlig del af cyansyran. Får denna eterlösning af cyansyra långsamt afdunsta, så afsätter sig derur ett hvitt pulfver liknande cyamelid. Det består emellertid till endast en ringa del häraf utan utgöras i hufvudsak af cyanursyrad ammoniak, såsom man lätt kan finna genom behandling med kokande vatten, då den cyanursyrade ammoniaken löses under qvarlemnande af en ringa mängd af ett olösligt pulver, hvilket som nämdt utgöres af cyamelid. Cyanursyran igenkändes för öfrigt deri på sitt utseende och vanliga reaktioner. Båda de nu kända fallen af cyansyrans öfverförande i cyanursyra hafva sålunda det gemensamma, att polymerisationen sker i alkalisk lösning. Det synes sålunda som följande förhållande egde rum. I vattenfritt tillstånd polymeriseras cyansyran till cyamelid, i svagt alkalisk lösning deremot till cyanursyra.

Oaktadt en hel del anställda försök har det icke lyckats mig att konstatera någon direkt öfvergång af rhodanvätsyra i trihiocyanursyra. Jag har i dess ställe alltid erhållit dithiocyanursyra. Det må dock tilläggas, att när jag anställde dessa försök min kännedom om trithiocyanursyran icke var större, äv mycket väl mindre mängder af densamma kunnat undgå min uppmärksamhet.

Trithiocyanursyran kan emellertid med lätthet erhållas på annat sätt, nemligen af cyanurklorid. Öfver den senare kroppens framställning skall jag sedermera lemna meddelande.

Vid framställningen af trithiocyanursyra af cyanurklorid förfar man lämpligen på följande sätt. En koncentrerad vattenlösning af kaliumsulfhydrat (4 mol.) försättes med pulveriserad cyanurklorid (1 mol.). I början användes lindrig uppvärmning, sedan sker reaktionen af sig sjelf med stor intensitet. Cyanurkloriden löses hastigt under svafvelväteutveckling. Det förtjenar här anmärkas, att cyanurklorid inverkar endast obetydligt på en alkoholisk lösning af kaliumsulfhydrat, äfven om kokning pågår i flera timmar, ja till och med vid upphettning i slutet rör till 130°. Detta beror emellertid på det bildade kalisaltets fullkomliga olöslighet i alkohol, hvilket hindrar fullständig inverkan. Reaktion mellan kaliumsulfhydrat och cyanursyran sker enligt formeln: $(CN)_3\ Cl_3 + 4KSH = (CN)_3 \genfrac{}{}{0pt}{}{SK}{(SH)_2} + 3KCl + H_2S$. Thiocyanursyran är så svag, att den icke förmår bilda fullt mättadt salt med kaliumsulfhydrat.

Lösningen af det bildade thiocyanursyrade kalit, som har en gul färg, utspädes med vatten och försättes med saltsyra, så länge en fällning inträder. Fällningen, som är nästan amorf och af en ljusgul färg, utgöres af den sökta syran. I och för dess vidare rening uttvättas den med vatten och derpå med något alkohol, hvarpå den behandlas med alkoholiskt kali, då det mättade kalisaltet utfaller i början såsom en olja, hvilken vid bearbetning med alkohol, synnerligast absolut, så småningom öfvergår i ett grofkristalliniskt salt af hvit färg. Löses detta salt i vatten och lösningen försättes med en syra, så erhålles trithiocyanursyran såsom en hvit eller svagt i gult stötande fällning. Af dermed företagen analys framgår, att den har samma procentiska sammansättning som rhodanvätet.

0,321 gr. gaf 23,98 pct N.

0,3349 gr. gaf 0,048 gr. H_2O och 0,251 gr. CO_2.

0,258 gr. gaf 53,95 pct S.

H	1	1,70	1,58.
S	32	54,23	53,95.
N	14	23,73	23,98.
C	12	20,34	20,44.
	59	100,00	99,95.

Det är en svag syra, som ur sina salter lätt frigöres äfven af ättiksyra. Utfälles den ur en mycket utspädd lösning, erhålles den af gulaktig färg och tydligt kristalliserad i mikroskopiska korta prismor. Ur en mera concentrerad lösning fälles den amorf och af en nästan fullkomligt hvit färg. Den löses ytterst lätt både i alkalier och kolsyrade alkalier. Ammoniak och ammoniumkarboast löser den äfven med stor lätthet, hvarigenom den skiljer sig från cyanursyran och dithiocyanursyran, hvilka betydligt svårare lösas i ammoniak. Den bildar emellertid ej med ammoniak någon beständig, fast förening. I vatten äfven i varmt är den nästan olödig, så att intet eller ytterst obetydligt vid afsvalning utkristalliserar. I alkohol och eter är väl lösligheten, synnerligast i den förra, något större men dock äfven der så ringa, att den icke derur kan omkristalliseras. Kokas syran med vatten, antar detta så småningom svag rhodanreaktion.

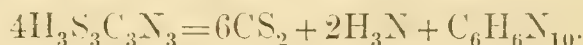
Upphettas syran med saltsyra till omkring 130°, sönderfaller den glatt i cyanursyra och svafvelväte. Af öfvermangansyradt kali i alkalisk lösning oxideras den vid vanlig temperatur

till cyanursyra. Af salpetersyra oxideras den lätt vid lindrig uppvärmning till cyanursyra, svafvelsyra och svafvel.

Syran är osmältbar och förflygtigas vid början de rödglödgning fullständigt utan kolafsöndring. För att närmare kunna fullfölja de dervid försiggående reaktionerna, inlades syran i en liten destillerkolf och torkades först vid omkring 130° fullständigt under genomledning af kolsyra. Derefter upphettades till 360° i kvicksilfverbad. Straxt innan denna temperatur var nådd, börjar syran långsamt att sönderdelas. Ett destillat erhålles, som dels består af vattenfritt rhodanväte, hvaraf dess stickande lukt, dels af kolsvafla. Fortsättes upphettningen tillräckligt länge, så öfvergår allt svaflet i destillatet i form af kolsvafla. Detta utgör alltid hufvudreaktionen. Rhodanvätets mängd är jemförelsevis ringa. Något mera rhodanväte erhålles, ifall sönderdelningstemperaturen hålles något högre än 360°. Sedan upphettningen pågått så länge vid 360°, tills allt svaflet är borta, återstår en gråaktig, pulverformig massa, som till sina egenskaper liknar melam men i sin sammansättning skiljer sig derifrån, att den innehåller elementerna af 1 m. ammoniak mindre. Dess formel är $C_6H_6N_{10}$, under det att melam har formeln $C_6H_9N_{11}$ och mellon $C_6H_3N_9$. Föreningen i fråga ligger sålunda till sin sammansättning midt emellan melam och mellon. Jag vill här benämnn den *melem*. Man har sålunda följande serie.

$C_6H_9N_{11}$ melam.
$C_6H_6N_{10}$ melem.
$C_6H_3N_9$ mellon.

Reaktionen sker enligt formeln:



$$4H_3S_3C_3N_3 = 6CS_2 + 2H_3N + C_6H_6N_{10}.$$

Det är möjligt att härvid i första hand uppstår melam eller till och med melamin, hvilka under ammoniakförlust öfvergå i melem. Särskilda experimenter få ge vid handen, huruvida melamin och melam vid upphettning till 360° öfvergå i melem, hvilket naturligtvis ytterligare skulle styrka nämda antagande.

Syran sjelf visar ej sulfhydratreaktion med jernklorid men väl det mättade kalisaltet. Om detta löses i en jemförelsevis ringa mängd vatten och jernklorid tillsättes, så åstadkommer hvarje droppe deraf en hvit pulverformig fällning, under det att den ofvanstående vätskan blir gul. Om deremot jernklorid-

lösningen är mycket utspädd, så inträder ingen fällning, men lösningen blir ganska intensivt gul. Surgöres derefter profvet med saltsyra, så försvinner den gula färgen alldeles och lösningen blir fullkomligt färglös.

Cyanurbisulfid.

I trithiocyanursyran ger sig gruppen SH tillkänna utom genom sitt förhållande till jernklorid äfven medelst jod. Trithiocyanursyran löses i kolsyrad ammoniak, hvilket sker lätt, synnerligast i lindrig värme, under synbar kolsyreutveckling. Jodlösning ($^1/_{10}$ norm.) tillsättes under kraftig omskakning. Färgen försvinner i början raskt, mot slutet långsamt och lemnar plats för en hvit amorf fällning. I det närmaste 3 at. jod åtgå på 1 mol. af syran. Ändpunkten är icke fullt skarp. Man måste undvika jod i öfverskott, som förenar sig med den uppkomna bisulfiden. Cyanurbisulfiden är hvit, fullständigt amorf och liknar alldeles fäldt lerjordshydrat. Vid upphettning med saltsyra sönderfaller den lätt i cyanursyra, svafvel och svafvelväte.

Trithiocyanursyrans alkalisalter ge fällningar med alla tunga metallsalter, dels amorfa, dels kristalliniska. Af dessa äro bly-, silfver- och vismutfällningarne gula. Äfven de i vatten lösliga sura salterna med alkalierna och alkaliska jordarterna äro af en mer eller mindre gulaktig färg, under det att de fullt mättade salterna äro färglösa. Eterarterna äro fullkomligt färglösa.

Neutralt Kalisalt. $K_3S_3(CN)_3 + 3H_2O$.

Detta erhålles bäst genom att till syran sätta alkoholiskt kali, då saltet först utfaller som en olja, hvilken vid vidare bearbetning med alkohol öfvergår i en grofkristallinisk form, hvarefter det tvättas åtskilliga gånger med alkohol, tills öfverskottet af alkali är aflägsnadt. Saltet är absolut olösligt i alkohol och alkoholiskt kali, deremot ytterst lätt lösligt i vatten, hvarur det vid stark concentration kristalliserar i snedvinkliga taflor. Såväl fäldt med alkohol som kristalliseradt ur vatten har saltet 3 m. vatten, som det endast med svårighet fullständigt afger. Förlorar ej vatten vid vanlig temperatur eller i vacuum.

0,688 gr. gaf 0,104 gr. H_2O = 15,11 % H_2O.
0,344 gr. gaf 0,255 gr. K_2SO_4 = 33,27 % K.
0,492 gr. gaf 0,365 gr. K_2SO_4 = 33,30 % K.

Saltets formel är sålunda $K_3S_3C_3N_3 + 3H_2O$, enligt hvilken beräknas K = 33,97 pct och H_2O = 15,63 pct.

Vid omkring 350° smälter saltet och öfvergår i rhodankalium.

Surt Kalisalt. $3(KH_2S_3C_3N_3 + 2H_2O) + H_3S_3(CN)_3$.

Löses det föregående saltet i vatten och lösningen försigtigt och under omskakning försättes med en syra, så länge den uppkomna fällningen åter försvinner, så utkristalliserar så småningom ett salt i vackra något gulaktiga prismor. Detta sönderdelas af vatten i fri syra och mera neutralt salt. Dess sammansättning är temligen komplicerad och motsvarar formeln $3(KH_2S_3C_3N_3 + 2H_2O) + H_3S_3C_3N_3$.

Analys af det vattenhaltiga saltet:

0,567 gr. gaf 0,065 gr. H_2O.
0,3285 gr. gaf 0,0905 gr. K_2SO_4.
0,490 gr. gaf 0,103 gr. H_2O och 0,284 gr. CO_2.

K	39,1	12,61	12,36.
C_4	48	15,47	15,80.
$S_4N_4H_3$ =	187	60,31	—
$2H_2O$......	36	11,61	11,46.
(H_7	7	2,25	2,33.)
	310,1	100,00	—

Analys af det vattenfria saltet:

0,4195 gr. gaf 0,131 gr. K_2SO_4.
0,3569 gr. gaf 0,2435 gr. CO_2 och 0,034 gr. H_2O.
0,363 gr. gaf 46,82 pct S.
0,497 gr. gaf 0,152 gr. K_2SO_4.

K	39,1	14,26	14,02.
H_3	3	1,09	1,56.
S_4	128	46,70	46,82.
C_4	48	17,51	18,32.
N_4 ......=	56	20,44	—
	274,1	100,00	—

Neutralt Bariumsalt. $Ba_3S_6(CN)_6 + 4H_2O$ (?).

Försättes det neutrala kalisaltet med en lösning af klorbarium, så utkristalliserar snart ett salt i färglösa fina prismatiska kristaller. Det så erhållna saltet har emellertid ej fullt konstant sammansättning. Dess bariumhalt har jag funnit utgöra mellan 45 och 46 pct, dess vattenhalt $8^1/_2$ pct. För ofvannämnda formel beräknas bariumhalten till 49,33 pct och vattenhalten till 8,66 pct. Saltet är sålunda i det närmaste neutralt. Det afficieras lätt af luftens kolsyra, som derur utfäller en del af barythalten.

Surt Bariumsalt. $BaHS_3(CN)_3 + 3H_2O$.

Detta salt erhålles antingen genom att till en lösning af syran i ammoniak sätta klorbarium, då saltet efter en tid utkristalliserar eller ock genom att i kokning neutralisera syran med kolsyrad baryt. Jag har erhållit saltet dels i små genomskinliga och såsom det tyckes färglösa, dels i större gula, praktfulla glänsande kristaller. Saltet är i kokande vatten temligen lösligt, i kalt nästan olösligt. Oaktadt detta utkristalliserar det endast långsamt. Det kristalliserar med 3 m. kristallvatten, som det fullständigt förlorar först vid omkring 200°.

0,828 gr. förlorade vid upphettning 0,122 gr. H_2O och gaf 0,529 gr. $BaSO_4$.

Ba	137	37,43	37,56.
$HS_3C_3N_3$	175	47,82	—
$3H_2O$	54	14,75	14,73.
	366	100,00	—

Surt *Strontiansalt.* $SrHS_3(CN)_3 + 5H_2O$.

Erhålles genom att neutralisera syran i värme med kolsyrad strontian, eller i ännu präktigare kristaller genom att försätta en lösning af syran i ammoniak med klorstrontium och alkohol, då det långsamt utkristalliserar. Saltet kristalliserar i stora praktfulla, något gulaktiga kristaller med 5 mol. kristallvatten.

0,6365 gr. gaf 0,3285 gr. $SrSO_4$ = 24,58 pct Sr.

1,592 gr. gaf 0,398 gr. H_2O = 25 pct H_2O.

Sr........	87,34	24,78	24,58.
$HS_3C_3N_3$	175	49,68	—
$5H_2O$ ...	90	25,54	25,00.
	352,34	100,00	—

Surt *Kalksalt.* $CaHS_3(CN)_3 + 5H_2O$.

Detta salt erhålles genom att i värme neutralisera syran med kolsyrad kalk och är i vatten ganska lättlösligt. Det kristalliserar i något gulaktiga prismor, innehållande 5 m. kristallvatten.

1,294 gr. salt förlorade 0,381 gr. vatten = 29,44 pct.

0,420 gr. vattenfritt salt gaf 0,263 gr. $CaSO_4$ = 18,41 pct Ca.

Enligt ofvan anförda formel beräknas H_2O = 29,51 pct och Ca = 18,60 pct.

Blysaltet erhålles af kalksaltet och ättiksyrad blyxid såsom en gul fällning, till utseendet fullkomligt liknande kromsyrad blyoxid, och bibehåller äfven efter torkningen sin vackra gula färg. Den erhållna fällningen är emellertid ingen ren produkt. Dess blyhalt befans utgöra 58,67 pct, under det att för $Pb1\frac{1}{2}S_3(CN)_3$ beräknas 64,08 pct bly och för $PbHS_3(CN)_3$ 54,12 pct.

Silfversaltet. $Ag_3S_3(CN)_5$.

Erhålles af kalksaltet och silfvernitrat såsom en amorf fällning af samma utseende som blysaltet men som vid torkning blir brun. Kvarlemnar vid glödgning rent silfver.

0,428 gr. gaf 0,275 gr. Ag = 64,25 pct Ag; ber 65,06 pct.

Metyletern. $(CH_3)_3S_3(CN)_3$.

Genom upphettning af rhodanmetyl erhöll A. W. HOFMANN (B. B. 1880, 1351) utom metylbisulfid och något metylsenapsolja en polymer metylrhodanid som vid upphettning med saltsyra gaf cyanursyra och metylsulfhydrat och som på grund deraf var att anse såsom metyletern af trithiocyanursyra. Dess smältpunkt utgjorde 188°.

Det lyckades mig ej att direkt eterificera syran genom upphettning af dess neutrala kalisalt med jodmetyl, hvilket synes hufvudsakligen bero derpå, att kalisaltet är absolut olösligt i alkohol. Jag försökte äfven att vid 100° digerera kali-

saltet i vattenlösning med jodmetyl, men här inslog reaktionen en annan rigtning. Efter försöket hade en vacker kristallisation inträdt i röret. Lösningen hade en obehaglig lukt och innehöll jodkalium. Kristallerna utgjordes emellertid af cyanursyra men någon eter af den använda syran erhölls ej.

Målet når man emellertid på följande sätt. En känd mängd kalihydrat löses i metylalkohol, hvarpå metylsulfhydrat i öfverskott (mer än 1 m. sulfhydrat på 1 m. kalihydrat) tillsättes och derpå cyanurklorid i beräknad mängd. En liflig reaktion inträder. Man uppvärmer någon tid på vattenbad, hvarpå etern fälles med vatten såsom en pulverformig massa. Den tvättades, torkades och omkristalliserades ett par gånger ur isättika, hvarefter den visade smältpunkten 188°, sålunda alldeles samma som HOFMANNS förening. Den kristalliserar i färglösa nålar.

En förbränning gaf 32,51 pct C och 4,20 pct H; ber. 32,88 pct C och 4,11 pct H.

Vid upphettning med saltsyra i tillsmält rör till omkring 140° upptog föreningen vatten, hvarvid bildades metylsulfhydrat och cyanursyra. Upphettad med alkoholisk ammoniak en längre tid till omkring 150° erhölls metylsulfhydrat och praktfulla kristaller af melamin.

Etyletern. $(C_2H_5)_3S_3(CN)_3$.

En känd mängd kalihydrat löstes i absolut alkohol. Härtill sattes etylsulfhydrat i öfverskott och derpå en beräknad mängd cyanurklorid, som löstes under liflig värmeutveckling och utfällning af klorkalium. Öfverskottet af sulfhydrat och en del alkohol afdunstades, hvarpå vatten tillsattes, då en temligen tunnflytande olja utfälldes. Vid lägre temperatur stelnade denna så småningom och renades genom pressning och omkristallisation ur isättika, i hvilken den är mycket lättlöslig. Ur isättika kristalliserar den i stora, vackra, färg- och luktlösa spröda taflor. Den destillerar till största delen osönderdeladt vid omkring 350°. Smpt 27°. Ytterst lättlöslig i kolsvafla och äfven i eter.

0,356 gr. gaf 0,538 gr. CO_2 och 0,1895 gr. HO_2.

0,421 gr. gaf 36,59 pct S.

C_3	36	41,33	41,31.
H_5	5	5,74	5,91.
S	32	36,78	36,59.
N	14	16,10	—
	73	100,00	—

Isoamyletern $(C_5H_{11})_3S_3(CN)_3$.

Denna förening framställdes af amylsulfhydrat och cyanurklorid på samma sätt som föregående eter och är en olja, som icke kunde bringas att kristallisera ens vid längre tids afkylning till —18°. Den är på grund häraf icke analyserad men dess förhållande vid upphettning med saltsyra och alkoholisk ammoniak visa, att det verkligen var trithiocyanursyrans amyleter jag hade för mig. I förra fallet bildades cyanursyra och amylsulfhydrat, i det senare amylsulfhydrat och särdeles vackra kristaller af melamin.

Jemföras smältpunkterna mellan de nu anförda eterarterna, så framgår deraf, att dessa hastigt sjunka, ju mera kolhaltig alkoholradikalen är. Under det att syran sjelf är osmältbar, blir metyletern flytande vid 188°, etyletern redan vid 27°, under det amyletern icke kunde bringas att antaga fast form. Samma förhållande visar sig hos cyanursyrans eterarter, såväl de normala som isoföreningarne. Metylcyanurat smälter vid 132°, etylföreningen vid 29°. Isometyletern smälter vid 175°, etyletern vid 95°. Sak samma synes förhållandet vara med alkoholderivaterna af melamin. Trimetylmelamin är osmältbar, triisoamylmelamin är en olja. Äfven äger det förhållande rum, att i samma mån som smältpunkten sjunker stiger lösligheten.

Fenyletern. $(C_6H_5)_3S_3(CN)_3$.

Framställdes genom att lösa kalihydrat (3 m.) i alkohol och dertill sätta fenylsulfhydrat i öfverskott och derpå cyanurklorid (1 m.). Reaktionen är liflig och modereras genom afkylning. Föreningen fälldes af vatten såsom en olja, från hvilken öfverskottet af fenylsulfhydrat aflägsnades medelst vattenånga. Oljan stelnar så småningom först till en kådlik massa, som efter hand blir fast och spröd. Ur isättika kristalliserar den i praktfulla, glänsande prismor. Smältpunkt 97°. I kolsvafla är den ytterst lättlöslig.

0,416 gaf 0,951 gr. CO_2 och 0,1325 gr. H_2O.

C_7	84	62,23	62,35.
H_5	5	3,70	3,54.
SN	46	34,07	—
	135	100,00	—

Förhållandet till saltsyra är det samma som hos föregående eterarter.

p-Toluyletern. $(C_7H_7)_3S_3(CN)_3$.

Framställdes på samma sätt som föregående förening af cyanurklorid och p-toluolsulfhydrat. Kristalliserar ur isättika i väl utbildade spröda och glänsande kristaller. Smpt 114°.

0,311 gr. gaf 0,732 gr. CO_2 och 0,134 gr. H_2O.

C_8	96	64,43	64,19.
H_7	7	4,70	4,79.
SN	46	30,87	—
	149	100,00	—

Cyanurtrithioglykolsyra. $(HOCOCH_2S)_3(CN)_3$.

Denna syras etyleter har jag förut under namn af rhodanurättiketer (Öfvsgt. K. Vet.-Akad. förh. 1881, s. 27) framstält genom upphettning af rhodanättiketer. Syran utmärker sig för den lätthet, med hvilken den under upptagande af vatten öfvergår i cyanursyra och thioglykolsyra.

Denna syra kan äfven erhållas af trithiocyanursyra, om dess neutrala kalisalt (1 mol.) försättes med klorättiksyradt kali (3 mol.), och lösningen någon tid får stå vid vanlig temperatur, hvarefter den bildade syran fälles med saltsyra och renas genom omkristallisation.

Liksom den genom direkt polymerisation erhållna syran öfvergår äfven denna lätt i cyanursyra och thioglykolsyra, äfvensom de i öfriga hänseenden öfverensstämma. Smältpunkten hos den genom polymerisation erhållna syran hade jag funnit vara 199,5°. Denna smälter vid 204°; en divergens som lätt förklaras genom svårigheten att erhålla den genom polymerisation framställda syran fullt ren.

Det är sålunda härmed fastställdt, att de kroppar som erhållas genom direkt polymerisation af rhodanföreningar äro identiska med derivater af cyanurklorid. Cyanklоridens öfvergång i cyanurklorid är sålunda af alldeles samma art som

rhodanmetyls öfvergång i metyletern af trithiocyanursyra eller rhodanättiketers öfvergång i rhodanurättiketer.

II. Dithiocyanursyra.

Denna syra står till sin byggnad emellan cyanursyran och trithiocyanursyran och skiljer sig från den sistnämda derigenom, att den har en svafvelatom ersatt af en syreatom. I sina egenskaper står den också betydligt närmare cyanursyran än fallet är med trithiocyanursyran. Jag har erhållit den på flera sätt. Det lämpligaste har visat sig vara följande. En alkoholisk lösning af rhodanväte, erhållen genom att jemt dekomponera en alkoholisk rhodankalium — eller rhodanammoniumlösning med conc. saltsyra, afdunstas vid 30—40°, sedan det utfällda kloralkalit först blifvit aflägsnadt. Härvid utvecklas en högst obehaglig lukt, som härrör af bildade flygtiga svafvelföreningar, bland andra etylsulfhydrat, etylbisulfid, rhodanetyl, xanthogenamid och rhodanväte. I mån af stigande concentration blir massan gul af bildad persulfocyansyra, hvilken åter vid ökad concentration synes försvinna. Slutligen erhölls en tjockflytande, brungul massa, som innehöll betydliga mängder salmiak. Massan behandlades med stark ammoniak, filtrerades och försattes med klorbariumlösning, då dithiocyanursyrad baryt så småningom utkristalliserade i små droppformiga sammangyttringar. Hvad som utgör den egentliga modersubstansen till ifrågavarande syra förmår jag icke säga. Jag har alltid erhållit densamma i mycket ringa mängd, ehuru jag utfört talrika variationsförsök i ändamål att erhålla ett rikligare utbyte.

Dithiocyanursyrans löslighetsförhållanden äro ungefär desamma som cyanursyrans. I kokande vatten löses den sålunda i temligen riklig mängd men faller åter till största delen ut igen vid afsvalning i hvita, fjellika massor. Den kristalliserar med 1 m. vatten som i vacuum eller vid 100° lätt bortgår.

0,350 gr. gaf 0,034 gr. $H_2O = 9,71$ pct H_2O; beräknadt för $H_3OS_2C_3N_3 + H_2O = 10,06$ pct H_2O.

0,339 gr. vattenfri substans gaf 0,068 gr. H_2O och 0.279 gr. CO_2.

0,3279 gr. gaf 0,060 gr. H_2O och 0,269 gr. CO_2.

0,2965 gr. gaf 39,56 pct S.

0,3353 gr. gaf 25,83 pct N.

H_3	3	1,86	2,23	2,03.
S_2	64	39,75	39,56	—
O	16	9,94	—	—
C_3	36	22,36	22,42	22,37.
N_3	42	26,09	25,83	—
	161	100,00	—	—

Syran löses lätt i alkalier och äfven i ammoniak, i den senare dock liksom cyanursyran vida svårare än trithiocyanursyran. Med ammoniak bildar syran ej heller någon fast förening utan utkristalliserar derur i oförändrad form.

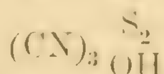
Uppvärmes dithiocyanursyran med utspädd salpetersyra, så inträder, när temperaturen blir tillräckligt hög, en liflig reaktion och syran gulfärgas. Det hela afdunstades på vattenbad till torrhet. Återstoden består af cyanursyra, svafvelsyra samt något svafvel.

Uppvärmes dithiocyanursyran med conc. saltsyra till 130°, så sönderdelas densamma glatt i cyanursyra och svafvelväte.

Upphettas syran mellan ett par urglas börjar den att sublimera innan den smälter. Vid upphettning på platinableck förflygtigas den under utveckling af en hvit rök och en lukt, som samtidigt erinrar om svafvel och cyan. Vid upphettning i destillerkolf till 360° afgifver syran bland annat kolsvafla och en melamliknande kropp återstår, som dock icke är analyserad.

Oxycyanurbisulfid.

Försättes en kall utspädd lösning af syran med jodlösning, så uppkommer för hvarje tillsatt droppe af jodlösningen en hvit grumling, som att börja med försvinner vid omrörning. Efter oxidationen återstår på bottnen ett hvitt pulver, som under mikroskopet synes såsom väl utbildade oktaederliknande, glänsande kristaller. Vid oxidationen åtgår på 1 m. af syran omkring 2 at. jod och oxidationsprodukten skiljer sig från syran derigenom, att den innehåller blott 1/3 af dennas vätehalt. Dess formel måste sålunda vara



$$(CN)_3 \frac{S_2}{OH}$$

eller delvis en bisulfid, delvis en hydroxylförening. Föreningen i fråga är mycket obeständig. Behandlas den med kokande vatten, sönderfaller den i svafvel, svafvelväte och cyanursyra.

0,365 gr. gaf 0,031 gr. H_2O och 0,300 gr. CO_2.
0,303 gr. gaf 40,42 pct S.
$C_3N_3S_2OH$.

C_3	36	22,64	22,41.
N_3	42	26,41	—
S_2	64	40,25	40,42.
O	16	10,08	—
H	1	0,62	0,94.
	159	100,00	—

Surt *Kalisalt.* $KH_2S_2O(CN)_3$.

Af denna syras kalisalter är det $^1/_3$ mättade lättast att erhålla, då det kristalliserar väl och är icke allt för lättlösligt. Saltet framställdes genom att lösa 1 m. af syran i något mer än 1 m. kalihydrat, och afdunsta till concentration. Vid afsvalning utkristalliserar ofvan anförda salt till största delen i något silfverglänsande massor af mikroskopiska prismor. Torkadt öfver svafvelsyra är saltet vattenfritt.

0,3525 gr. gaf 0,148 gr. K_2SO_4=18,85 pct K. För $KH_2OS_2C_3N_3$ ber. 19,63 pct K.

Saltet är mycket beständigt och kan upphettas till 200° utan sönderdelning.

Dithiocyanursyran eller dess kalisalt ger hvit amorf fällning med ättiksyrad blyoxid, lätt löslig i salpetersyra, hvit amorf fällning med silfvernitrat, icke eller svårlöslig i salpetersyra, hvit amorf fällning med kvicksilfverklorid.

Surt *Bariumsalt.* $BaHS_2O(CN)_3 + 2H_2O$.

Detta salt erhålles genom att försätta en lösning af syran i ammoniak med klorbarium. Efter kortare eller längre tid utkristalliserar detsamma. Är mycket svårlösligt och kristalliserar med 2 m. kristallvatten.

1,238 gr. förlorade 0,127 gr. vatten = 10,26 pct H_2O; ber. 10,84 pct.

0,514 gr. gaf 0,375 gr. $BaSO_4$ = 40,71 pct Ba; ber. 41,26 pct.

Blysaltet erhålles såsom en hvit fällning medelst kalisaltet och ättiksyrad blyoxid. Saltets sammansättning motsvarar närmast formeln $PbHOS_2C_3N_3$.

0,4615 gr. gaf 0,3765 gr. $PbSO_4$ = 55,73 pct Pb; för $PbHS_2OC_3N_3$ ber. 61,97 pct Pb.

III. Cyanursyrans konstitution.

Af föreliggande undersökning synes nu följa, att cyanursyran verkligen är en oxysyra och ingen imidförening, hvilket senare antagande numera torde vara det allmännaste.

Af cyansyrans båda polymera föreningar — cyamelid och cyanursyra — är det uteslutande den senare, som uppkommer såväl af cyanurklorid som af trithiocyanur- och dithiocyanursyra samt deras salter och eterartade derivat, och det enligt metoder, hvarigenom i andra kroppar gruppen hydroxyl ingår i stället för andra komplexer. I sina egenskaper öfverensstämmer den också mycket med nämda thiosyror, hvilka otvifvelaktigt icke äro imidföreningar. Cyanursyrans utpräglade karaktär af syra förklaras äfven bäst genom att antaga, att densamma innehåller hydroxyl. Liksom cyanurkloriden lätt öfvergår i cyanursyra, så kan omvändt cyanursyra liksom andra oxyföreningar med fosforpentaklorid öfverföras i cyanurklorid, såsom BEILSTEIN har visat. Cyanurklorid, cyanursyra och cyanursulfhydrat äga alldeles samma inbördes sammanhang med hvarandra som hvilken annan klorid, sulfhydrat och oxyförening som helst af samma radikal, då de enligt fullkomligt identiska metoder kunna öfverföras i hvarandra.

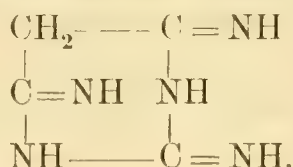
Det vigtigaste skälet för uppfattandet af cyanursyran såsom imidförening är, att cyanursyradt kali vid destillation med etersvafvelsyradt kali ger cyanursyrad etyleter (isoföreningen), äfvensom att cyanursyrad silfveroxid i digestion med jodetyl vid högre temperatur ger samma förening. Emellertid är härvid att märka, att dessa reaktioner försiggå först vid hög temperatur. Det kan sålunda mycket väl vara fallet, att vid dessa reaktioner den normala etern verkligen primärt uppstår, men i följd af den höga temperaturen straxt öfvergår i isoföreningen. Normal cyanursyrad metyleter öfvergår också såsom HOFMANN visat i motsvarande isoförening vid destillation, hvilket också är enligt MULDER fallet med den normala etyletern. Uppkomsten af isoföreningen vid eterificering af cyanursyra kan derför så mycket mindre gälla som bevis för cyanursyrans egen konstitution, som äfven under förutsättning att den nor-

mala etern verkligen först uppkommer, man dock skulle erhålla isoföreningen i följd af den förras öfvergång i den senare vid den höga temperaturen.

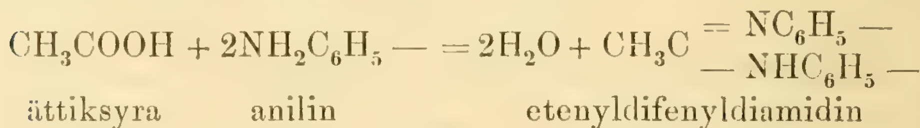
Öfvergå vi nu till en kort diskussion af tvenne andra skäl som man anfört för cyanursyrans uppfattning såsom imidoförening. Det ena är anfördt af NENCKI och WEITH, det andra af MULDER.

NENCKI och WEITH anföra guanaminernas lätta öfvergång i cyanursyra såsom skäl för den senares uppfattning såsom imid.

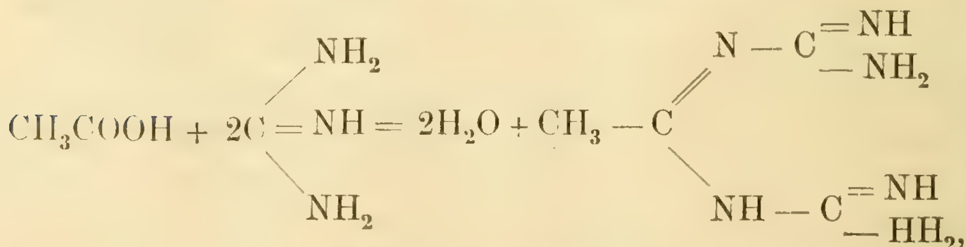
Genom upphettning af fettsyrade salter af guanidin erhöll NENCKI de af honom s. k. guanaminerna, som under ammoniakförlust med alkalier ge guanider, med syror guanamider. Ättiksyrad guanidin gaf sålunda vid upphettning acetoguanamin. NENCKI sjelf förklarade reaktionen bero derpå, att vid upphettning af ättiksyrad guanidin, ättiksyran sönderfaller i CO_2, CH_2 och H_2, hvaraf de båda väteatomerna tjena att öfverföra två amidogrupper i ammoniak. Metylengruppen träder sjelf in i basen. NENCKI gaf acetoguanamin följande formel:



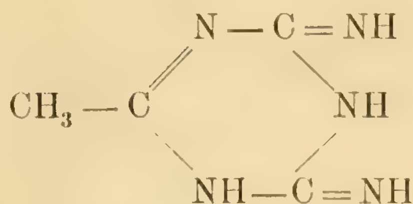
Mera lycklig i förklaringen af guanaminernas uppkomst och konstitution var WEITH. Han förklarar reaktionen i analogi med syrors inverkan på primära baser. Man har t. ex.



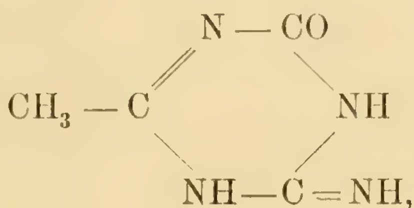
I analogi härmed uppkommer actoguanamin:



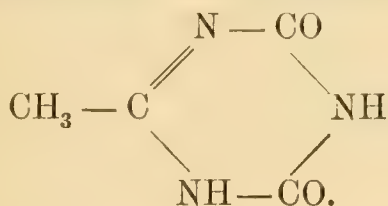
hvilken senare under förlust af ammoniak ger acetoguanamin:



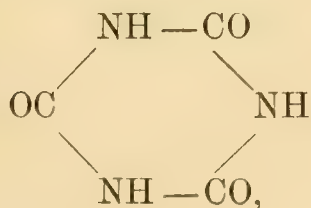
Denna senare förening kan genom alkalier öfverföras i acetoguamid:



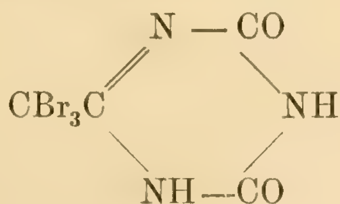
eller medelst svafvelsyra i acetoguanamid:



Denna senare förening åter ger genom oxidation cyanursyra:

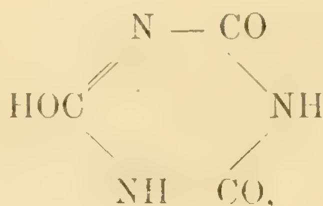


äfvensom tribromacetoguanamid:

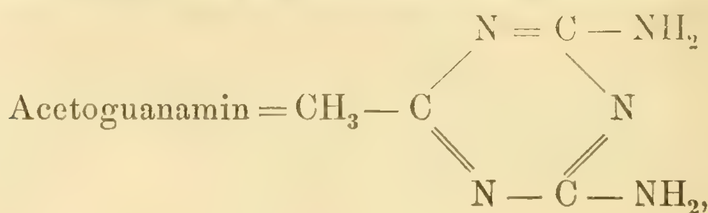


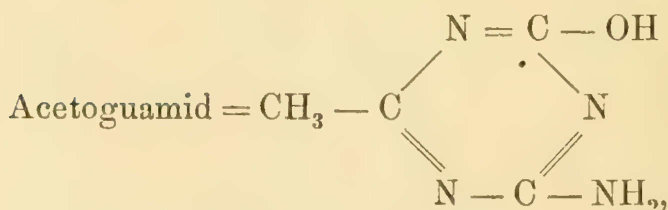
ger lätt bromoform och cyanursyra.

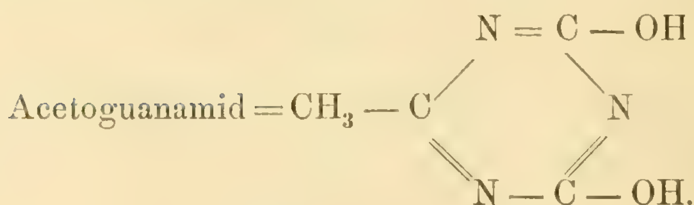
Förutsatt att formeln för acetoguanamid är rigtig, skulle emellertid tydligen den genom oxidation deraf såväl som ännu mer den genom söndérdelning af tribrom acetoguanamid erhållna cyanursyran tydligen icke ha den af WEITH anförda formeln utan följande:



hvilken först genom omlagring skulle öfvergå i den af WEITH angifna. Detta nödvändiga antagande af en omlagring från hydroxyl till imid gör att beviset förlorar all bindande kraft, ty då kan likaväl omvändt en omlagning tänkas ske hos de öfriga komplexerna från imid till hydroxyl. Förutsatt att ingen omlagning sker, kan man tvärtom säga, att NENCKIS experimenter visa, att i cyanursyran finnes åtminstone en hydroxylkomplex. En annan möjlighet vore, att anförda föreningar icke hade de af WEITH angifna formlerna utan:







Dessa formler kunna i det hela vara nästan lika goda uttryck för föreningarnes egenskaper, som de af WEITH angifna.

Huru härmed än må vara, förefaller det mig, som man ej kan draga någon bestämd slutsats beträffande cyanursyrans konstitution från ifrågavarande NENCKIS experimenter, utom möjligen en alldeles motsatt mot den NENCKI och WEITH anföra, nemligen att de visa att cyanursyra har åtminstone en hydroxylförening.

Det återstående skälet för cyanursyrans uppfattning såsom imidoförening är anfördt af MULDER. Han har iakttagit, att normal cyanursyrad etyleter ger en svårlöslig additionsprodukt med brom, som på en molekul af etern innehåller 6 at. brom. En dylik additionsprodukt ger icke isocyanuretern ej heller cyanursyran. Han slutar från detta enda exempel, att alla normala cyanurföreningar böra ge liknande additionsprodukter. Oafsedt att detta skäl för cyanursyrans konstitution endast är negativt, kan väl ingen verklig grund föreligga för antagandet, att brom måste utgöra ett verkligen skematiskt reaktionsmedel för alla normala cyanurföreningar. Mellan cyanursyran och dess eterarter är så stora kemiska skiljaktigheter, att dessa mer än väl kunna förklara olikheten i förhållandet till brom.

Cyanursyrans egenskaper, dess olika bildningssätt och reaktioner tala sålunda uteslutande för uppfattningen af densamma såsom trioxycyanur. Ytterligare skäl för denna uppfattning skall jag i en följande afhandling meddela.



BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 9. N:o 18.

BEMERKUNGEN

ÜBER

HERRN v. ETTINGSHAUSENS AUFSATZ

"ZUR TERTIÄRFLORA JAPANS".

VON

A. G. NATHORST.

(DER K. SCHWED. AKAD. D. WISSENSCH. MITGETHEILT AM 11. JUNI 1884).

STOCKHOLM, 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Herr Professor Dr. CONSTANTIN, Freiherr VON ETTINGSHAUSEN hat in seinem Aufsats »Zur Tertiärflora Japans» (Sitzber. d. k. k. Acad. d. Wissenschaften Bd. 88, Abtheil 1. Wien 1883. Juli-Heft) die Richtigkeit einiger meiner Bestimmungen der fossilen Pflanzen Japans in Zweifel gezogen. Da ich aber die meisten der von Herrn v. ETTINGSHAUSEN gemachten Bemerkungen als unrichtig betrachte, fühle ich mich gemahnt, dieselben etwas näher zu besprechen [1]). Ich bin dabei in der glücklichen Lage auch die Ansichten HEERS über die meisten der unten zu besprechenden Arten mittheilen zu können. HEER hatte nämlich schon vor dem Drucke meiner Arbeit die Korrekturtafeln derselben nebst Angaben meiner Bestimmungen erhalten und theilte mir gütigst seine Ansichten über eine Mehrzahl der Blätter mit. Es war ja für mich ein ungemein grosser Vortheil die Meinung des ersten Kenners der Tertiärflora Europas kennen zu lernen.

Um Missverständnisse zu vermeiden will ich gleich hier erwähnen, dass ich für jede auf Thatsachen gegründete Kritik nur dankbar sein kann, und ich würde folglich Herrn v. ETTINGSHAUSENS Bemerkungen haben passiren lassen, wenn ich dieselben richtig gefunden hätte. Dies ist aber in der That bei den allermeisten leider nicht der Fall. Herr v. ETTINGSHAUSEN hat augenscheinlich eine ganz unrichtige Auffassung von einem grossen Theile der betreffenden Arten, und dazu ist die von ihm benutzte Methode, nicht bestimmbare Blätter, welche er übrigens nur durch Abbildungen kennt, als neue Arten mit ausführlicher Diagnose beschreiben zu wollen, eine solche, dass ich gegen dieselbe kräftigst protestiren muss.

[1]) Da es meines Dafürhaltens immer erwünscht sein muss, wenn die Erwiderung auf eine Kritik in derselben Zeitschrift erscheint, in welcher die Kritik veröffentlicht wurde, so habe ich diese Bemerkungen der Academie der Wissenschaften in Wien zur Aufnahme in ihre Schriften eingesandt. Merkwürdiger Weise verweigerte dieselbe aber aus mir unbekannten Gründen ihre Aufnahme, ungeachtet es sonst Brauch ist, dass diejenige Zeitschrift, welche die Kritik einer Arbeit bringt, auch die Gegenkritik aufnimmt.

Indem ich dieses thue, gestehe ich aber gern zu, dass einige von Herrn v. ETTINGSHAUSENS Bemerkungen sich, wenn auch nicht als ganz richtig, doch als nützlich erwiesen haben, indem ich durch dieselben angeregt wurde, einige neue Vergleichungen anzustellen, was dann zu einer richtigeren Auffassung einiger Arten geführt hat. Es ist ferner zu bemerken, dass die Richtigkeit oder Unrichtigkeit der Bemerkungen des Herrn v. ETTINGSHAUSEN ohne Einfluss auf seine Ansicht ist, dass die Tertiärflora Japans sich nahe an die Tertiärflora Europas anschliesst, wenn nämlich diese Ansicht dahin modificirt wird, dass sie die *ältere* (oligocäne oder miocäne) Tertiärflora Japans, und zwar hauptsächlich die von Nord- und Mittel-Japan, betrifft. Ich habe ja selbst in meiner Arbeit mitgetheilt, dass LESQUEREUX folgende Pflanzen aus den älteren Tertiärablagerungen Yesos und Nord-Japans bestimmt hat: *Lastraea cfr styriaca, Sequoia Langsdorfii, Taxodium distichum, Populus arctica, Juglans acuminata, Quercus platania?, Alnus nostratum? Carpinus grandis, Platanus Guillelmæ?* Und von Dr. E. NAUMANN, Director der Kaiserl. geol. Landesuntersuchung von Japan, habe ich erst neuerdings zur Untersuchung eine schöne Sammlung von Tertiärpflanzen aus Nord- und Mittel-Japan erhalten, welche unter anderen auch solche Arten wie *Planera Ungeri, Cinnamomum cfr polymorphum, Comptonia acutiloba var., Fagus Antipofi, Juglans nigella* etc. etc. aufzuweisen hat. Es ist folglich nicht zu läugnen, dass die ältere Tertiärflora Nord- und Mittel-Japans — wie wir es ja auch durch HEERS Untersuchungen schon für Sachalin kennen — sich nahe an die oligocäne und miocäne Tertiärflora Europas und an diejenige der arktischen Zone anschliesst. Ob dies auch für Süd-Japan gilt, scheint mir noch zweifelhaft. Wenigstens habe ich von dort einige, wenn auch sehr spärliche Dokumente einer älteren Tertiärflora bekommen, welche ein etwas abweichendes Gepräge zeigt. Auch von der jüngeren Tertiärflora Japans habe ich durch Vermittelung des Herrn Professors TH. FRIES in Upsala neues und schönes Material erhalten. Dasselbe zeigt genau denselben Charakter wie die Flora von Mogi; die japanischen Elemente sind ganz vorherrschend, und wenn auch einige interessante Analogien mit der Pliocän-Flora Frankreichs, wie SAPORTA neuerdings hervorgehoben hat, existiren, so habe ich doch keine für diese beiden Länder gemeinsame Art mit Sicherheit feststellen können. Es ist dabei auch nicht zu übersehen, dass die lebende Flora Japans

beinahe 400 mit der Flora Europas gemeinsame Arten zählt. Für die Verschiedenheit der Flora von Mogi von der Tertiärflora von Europa kann in der That kein besseres Beispiel als Herrn v. ETTINGSHAUSENS eigene Arbeit vorgebracht werden. Denn, obschon Herr v. ETTINGSHAUSEN bemüht gewesen ist, eine nahe Übereinstimmung zwischen beiden Floren aufzufinden, so konnte er in der That unter 53 Mogipflanzen doch nur *vier* anführen, welche seiner Meinung nach zu den europäischen Tertiärpflanzen gehören würden. Seine Bestimmung dieser vier Pflanzen ist aber nach meinem Dafürhalten unrichtig, und es bleibt desshalb nur eine Art (*Taxodium distichum*) oder vielleicht zwei (ich habe nämlich später möglicher Weise auch *Liquidambar europæum* erhalten) übrig, von welchen jene jedoch zu den noch lebenden gehört und daher nicht in Betracht kommt. In Mittel-Japan kommt dazu auch in der jüngeren Tertiärflora die sogenannte *Carpinus pyramidialis* Gp. sp. vor, und es würden folglich höchstens 3 Arten der bisher bekannten jungtertiären oder quartären Pflanzen Japans mit europäischen Arten identisch sein. Von der jüngeren Tertiärflora Japans kenne ich jedoch gegenwärtig wohl 60 sicher bestimmbare Arten, während mir von den älteren (in Mittel- und Nord-Japan) ungefähr 26 bekannt sind[1]). Während nur 3 der erstgenannten auch in Europas Tertiärablagerungen vorkommen, sind nicht weniger als 14 der letztgenannten solche längst bekannte Tertiärpflanzen Europas. Obschon das vorliegende Material freilich noch nicht hinreichend ist, um endgültige Schlussfolgerungen daraus zu ziehen, so kann doch nicht geläugnet werden, dass die ältere (oligocäne oder miocäne) Tertiärflora in Nord- und Mittel-Japan sich allem Anscheine nach ziemlich nahe an die Tertiärflora Europas anschliesst. In dieser Beziehung dürften freilich Herrn v. ETTINGSHAUSENS Ansichten richtig sein. Doch kommen daneben auch der älteren Tertiär-Flora Japans eigenthümliche Elemente vor. Nach diesen einleitenden Bemerkungen gehe ich zum eigentlichen Zweck dieses Aufsatzes über. Ich bin der erste, welcher bedauert, das derselbe polemisch sein muss; doch war dieses leider nicht zu vermeiden. Ich beginne mit

---

[1]) Vergleiche auch meine »Beiträge N:o 2 zur Tertiärflora Japans», welche inzwischen im »Botan. Centralblatte». Bd 19 N:o 29 erschienen sind.
24. Oktober 1884.

1. Pflanzen von Mogi.

Taxodium distichum var.

Sequoia Langsdorfii ETTINGSHAUSEN l. c.

In meinen vorläufigen Bemerkungen zur Flora von Mogi hielt ich das einzige von dieser Art vorliegende Zweiglein unrichtiger Weise für *Sequoia Langsdorfii* BRGN. sp. Da das Exemplar jedoch für eine sichere Bestimmung nicht hinreichend gut erhalten war, hielt ich es später für am richtigsten, dasselbe unter der generellen Benennung *Taxites* aufzunehmen, um so mehr, da ja auch *Taxus*-Arten in Betracht kommen konnten. Herr v. ETTINGSHAUSEN, welcher nur die Abbildung gesehen hat, meint aber nun, dass die Pflanze sicher zu *Sequoia Langsdorfii* gehöre, und stützt sich dabei merkwürdiger Weise auf den Umstand, dass der Zweig mit wenig gut erhaltenen Exemplaren von *Sequoia Langsdorfii* übereinstimme. (»Wir sehen genau dieselbe Erscheinung manchmal an weniger gut erhaltenen Zweigen der *Sequoia Langsdorfii*»). Ich bin in der That über eine solche Beweisführung sehr erstaunt, denn wollte man die fossilen Blätter nach w e n i g e r g u t erhaltenen Exemplaren bestimmen, so würde freilich vieles in Zusammenhang gebracht werden, was gar nicht zusammen gehört. Ich glaube diesetwegen die vorsichtigere Benennung *Taxites* mit vollem Recht benutzt zu haben, obschon meine Vermuthung, dass die Pflanze zu *Taxus* gehöre, in der That unrichtig war. Die Pflanze ist aber auch keine *Sequoia*, sondern sie gehört, wie neuerdings erhaltene, besser bewahrte Exemplare darlegen, zu *Taxodium distichum*. Eine ähnliche Varietät dieser Art mit langen Blättern kommt auch in Europa vor, und zwar in jungtertiären Ablagerungen, z. B. bei Schossnitz (GÖPPERT, Flora von Schossnitz Taf. 2, Fig. 9) und in Italien (MASSALONGO e SCARABELLI, Flora foss. del Senigalliese Tav. 6, Fig. 7, vergrössert Tav. 40, Fig. 3). Ich bin erfreut, bei dieser Gelegenheit HEERS bekannten Scharfblick konstatiren zu können. Er schrieb mir nämlich über die betreffende Pflanze von Mogi: Dieselbe »kann nach meinem Dafürhalten nicht zu *Sequoia Langsdorfii* gehören»; dabei scheint er in der That an *Taxodium* gedacht zu haben, was sich nun bestätigt hat. HEER hatte ja auch mehr als irgend ein anderer die Blätter von *Taxodium* und *Sequoia Langsdorfii* untersucht.

Phyllites myricoides Nath.

(*Myrica Nathorsti* Ettingshausen l. c.)

Von dieser Art habe ich schon selbst gesagt, dass sie wahrscheinlich zu *Myrica* gehört (»Cette structure etc. — — rend fort probable qu'elle appartient au genre *Myrica*»). Ich glaube dasselbe noch immer, da das Blatt für sichere Bestimmung aber all zu unvollständig ist, und da es sich nicht um Glaubenssachen handelt, so halte ich es fortwährend für das einzig richtige, dasselbe als *Phyllites* zu bezeichnen. Herr v. Ettingshausen stellt nun darüber freilich eine lange Diagnose auf, gründet dieselbe aber zum Theil auf ein schlecht aufbewahrtes Blatt mit zerstörtem Rand (»le bord de la feuille non conservé» steht in meiner Arbeit zu lesen) von *Zelkova Keakii*, welches er irriger Weise als mit *Phyllites myricoides* zusammengehörend betrachtet. Nun ist es aber der Fall, dass dieses *Zelkova*-Blatt sehr dünn ist, während *Phyllites myricoides* dick und lederartig war. Auch irrt sich Herr v. Ettingshausen, wenn er behauptet, dass der Blattrand von *Phyllites myricoides* wellig sei; dass es so auf der Tafel aussieht beruht darauf, dass der Rand zum Theil im Gestein verborgen ist.

Fagus ferruginea fossilis Nath.

(*Fagus Deucalionis* Ettingshausen l. c).

Nachdem ich in meiner Arbeit nachgewiesen habe, dass von *Fagus ferruginea* in Amerika eine Race vorkommt, deren Blätter durchgehend nur 10—11 Paare von Secundärnerven haben, ist es in der That auffallend, dass Herr v. Ettingshausen von den Mogiblättern, welche gewöhnlich 11—13, zuweilen aber 14 Paare von Secundärnerven besitzen, sagen kann: »die abgebildeten Blattfossilien haben eine geringere Zahl von Secundärnerven als die Blätter der jetzt lebenden *Fagus ferruginea*» (In meiner Arbeit steht doch zu lesen »nervures secondaires 11—13 rarement 15»). Es ist dies um so merkwürdiger, da Herr v. Ettingshausen Exemplare der erwähnten Race selbst gesehen (l. c. Seite 6) und dazu ein solches Blatt in seiner Abhandlung über die »Blattskelete der Apetalen» Taf. 8, Fig. 2 selbst abgebildet hat. Die Secundärnerven sprechen folglich *nicht* gegen die Zusammengehörigkeit der Mogiblätter mit

Fagus ferruginea. Auch die Zahnung stimmt mit *Fagus ferruginea* vollkommen überein. Die Zähne sind gewöhnlich klein aber scharf, etwas angedrückt, wie auf Tafel 7 (4 [1]) Fig. 23, Tafel 8 (5) Fig. 1—5. Eine vollkommen ähnliche Zahnung zeigen nun, wie soeben erwähnt, auch die Blätter von *Fagus ferruginea.* Man vergleiche z. B. meine Fig. 1, Tafel 8 (5) mit Herrn v. ETTINGSHAUSENS Fig. 2, Tafel 8 in «Blattskelete der Apetalen»! Freilich zeigen einige Blätter auch grössere Zähne, was jedoch nur Ausnahmen sind, und gerade diesetwegen sind diese Blätter abgebildet worden. Ähnliche grobe Zähne finden sich aber auch nicht selten sowohl bei *Fagus sylvatica* wie bei *Fagus ferruginea*, man hat es aber dessenungeachtet nimmer für unrichtig gehalten, die Blätter von *Fagus sylvatica* als ganzrandig zu beschreiben, indem man sich eben nicht an Ausnahmen halten darf.

Was nun aber *Fagus Deucalionis* betrifft, so zeigen alle Abbildungen ihrer Blätter eine ganz andere Zahnung, und zwar zeigen sie solche groben Zähne, wie bei *Fagus sylvatica* zuweilen vorkommen (foliis . . basi integris superne grosse et sat irregulariter dentatis» SCHIMPER, Traité 2, Pag. 602; vergleiche ferner die Abbildungen bei UNGER, SAPORTA, HEER, MASSALONGO, SISMONDA). Dazu sind die Secundärnerven gewöhnlich nicht zo zahlreich wie bei der Art von Mogi, nur 9—11, höchstens 12, während ihrer bei *Fagus ferruginea fossilis*, wie oben gezeigt wurde, jederseits 11—13 oder sogar 15 sein können. Diese weicht folglich, was die Zahl der Secundärnerven wie auch die Zahnung des Blattes betrifft, deutlich von *Fagus Deucalionis* ab, während sie in diesen Beziehungen vollkommen mit *Fagus ferruginea* übereinstimmt [2]). Ich stehe daher nicht an, meine erste Bestimmung aufrecht zu erhalten, und ich verweise übrigens auf den Text meiner Arbeit, wo die eigenthümliche *Fagus*-Art, welche auf Fuji-no-yama noch lebt [3]), auch näher besprochen ist.

---

[1]) Die grösseren Ziffern betreffen hier und im Folgenden die Tafeln der schwedischen, die kleineren die der französischen Ausgabe meiner Arbeit.

[2]) Auch *F. pliocenica* SAPORTA (Ann. des sciences naturelles. 6:me Série. Bot. Tome 17, Pl. 6) weicht durch die Zahnung von *Fagus ferruginea fossilis* ab. Ich benutze die Gelegenheit zu bemerken, dass SAPORTAS Fig. 3 auf Tafel 7, welche Fig. eine Copie meiner Fig. 3, Taf. 8 (5) sein soll, nicht unbedeutend von der Originalfigur abweicht.

[3]) *Fagus japonica* MAXIM. Diese Art war bei der Herausgabe meiner Arbeit noch nicht beschrieben worden, und da ich nur die Blätter kannte, so hielt ich sie für eine Varietät der *Fagus Sieboldi.* Das Blatt von unbekannter Localität, welches ich in meiner Arbeit *Fagus Sieboldi fossilis* genannt habe, ist folglich jetzt als *Fagus japonica fossilis* zu bezeichnen.

Endlich möchte ich hier die Ansicht HEER's über die Fagusblätter von Mogi folgen lassen. Er schrieb mir hierüber: »Dieses wichtigste Blatt der Sammlung stimmt so wohl zu *Fagus ferruginea*, dass es kaum als Art getrennt werden kann[1]). Die Form und Bezahnung des Blattes ist dieselbe, die Sec.-Nerven stehen in gleichen Abständen, und was die Zahl derselben betrifft, so zähle ich bei einem mir vorliegenden Zweig an einem Blatt jederseits je 11 Secund. Nerven, während bei den andern je 15, bei langen Blättern 16 vorkommen. Auch bei der *F. ferruginea* haben die Blätter bald mehr, bald weniger Zähne, so dass ein erheblicher Unterschied in der That nicht vorliegt».

Ulmus sp.

(*Ulmus plurinervia* ETTINGSHAUSEN l. c.)

Das betreffende Blatt ist am Rande zerstört und zeigt nur ein Paar undeutliche Zähne; dasselbe ist folglich nicht zur Art bestimmbar. Dies ungeachtet nimmt es Herr v. ETTINGSHAUSEN als *Ulmus plurinervia* auf. Ein solches Verfahren scheint mir durchaus unrichtig, selbst wenn man die Nichtzusammengehörigkeit mit *Ulmus plurinervia* — oder mit irgend welcher anderen Art — nicht beweisen kann. Ich halte es folglich fortwährend für richtig das Blatt wie oben zu bezeichnen. Mir wollte es übrigens scheinen, als wäre es am meisten mit *Ulmus campestris* verwandt, während SAPORTA es mit seiner *U. paleomontana* vergleicht. »Schade, dass die Zähne zerstört, welche für die Bestimmung unerlässlich» schrieb mir HEER betreffend dieses Blattes.

Ostrya virginica WILLD. **fossilis** NATH.

(*Ulmus præ-japonica* ETTINGSHAUSEN l. c.)

Stimmt so vollkommen mit *Ostrya virginica* überein, dass kein erheblicher Unterschied angeführt werden kann. Wenn Herr v. ETTINGSHAUSEN im Herbarium diese Arten vergliche, bin ich überzeugt, dass auch er vollkommen übereinstimmende Formen finden würde. Was die Tertiärnerven betrifft, so könnte die Zeichnung freilich etwas deutlicher gewesen sein, doch kann man sie jedenfalls sehr gut wahrnehmen. Der Rand

---

[1]) Ich war nämlich zuerst geneigt, die Blätter von Mogi als zu einer besonderen Art gehörend zu betrachten.

des Blattes ist auf der linken Seite gegen das Gestein etwas eingebogen, und die Zähne werden dadurch nicht so deutlich. Wie Herr v. ETTINGSHAUSEN das Blatt mit *Ulmus japonica*, bei welcher die Blätter sowohl in Bezug auf Consistenz wie Verlauf der Secundärnerven und Zahnung einen ganz anderen Bau haben, vergleichen kann, ist mir wirklich unbegreiflich.

»Ist *Ostrya virginica*, aber auch *carpinifolia*, *sehr ähnlich*, nur sind die Zähne nicht so scharf» schrieb HEER über das vorliegende Blatt.

Zelkova Keakii SIEB. **fossilis** NATH.

(*Planera Ungeri* ETTINGSHAUSEN l. c.)

Herr v. ETTINGSHAUSEN meint, dass ein Exemplar der von mir als *Zelkova Keakii* bestimmten Blätter zu *Planera Ungeri* gehöre und zwar weil die Zahl der Secundärnerven geringer und die Randzähne mehr nach aussen abstehend seien. Nun ist es aber der Fall, dass ich von *Zelkova Keakii* einen Zweig vor mir habe, an welchem die unteren Blätter eine ähnliche, mehr rundliche Form, eine geringere Zahl der Secundärnerven und grössere, mehr abstehende Zähne zeigen Es ist also kein Grund vorhanden das betreffende Blatt von Mogi von den übrigen zu trennen. Dass die ächte *Planera Ungeri* ETT. in den älteren Tertiärablagerungen Japans vorkommt, habe ich oben erwähnt.

Tilia sp.

(*Platanus sp.* ETTINGSHAUSEN l. c.)

Wie Herr v. ETTINGSHAUSEN, welcher sich so viel mit fossilen Blättern beschäftigt hat, dieses Blatt zu *Platanus* bringen kann, ist mir ganz unbegreiflich. Das Blatt ist *viernervig*, *unsymmetrisch*, hat auf der einen Seite des Mittelnervs einen, auf der anderen zwei Hauptnerven. Die Zusammengehörigkeit mit *Platanus* ist folglich unmöglich. Eine solche gerade Basis wie bei dem vorliegenden Blatte ist auch bei *Tilia* so häufig, dass man sich nur verwundern muss, wie Herr v. ETTINGSHAUSEN dieselbe als gegen *Tilia* sprechend anführen kann.

»In der That wohl *Tilia*, wofür die ungleiche Zahl von Hauptnerven an beiden Seiten spricht», schrieb HEER.

Diospyros Nordqvisti NATH.

Über die Richtigkeit der Angabe des Herrn v. ETTINGSHAUSEN: »bei Diospyros gehen die Tertiärnerven auch an den unteren Secundärnerven unter spitzen Winkeln ab» habe ich mich nicht überzeugen können. Bei der Vergleichung mit verschiedenen *Diospyros*-Arten im Herbarium habe ich freilich gefunden, dass dies gewöhnlich der Fall ist, doch kommen daneben auch ziemlich häufig Blätter vor, bei denen die Tertiärnerven auch an den unteren Secundärnerven rechtwinkelig abgehen. Zuweilen sind sie auf der einen Seite des Mittelnervs spitzwinkelig, während sie auf der anderen rechtwinkelig sein können. Herr v. ETTINGSHAUSEN dürfte folglich allzu grosses Gewicht auf den betreffenden Umstand gelegt haben. Übrigens verweise ich Herrn v. ETTINGSHAUSEN auf die zahlreichen Abbildungen fossiler *Diospyros*-Blätter, welche HEER und SAPORTA beschrieben haben, und bei welchen auch das erwähnte Merkmal sehr variirt.

Es scheint mir jedoch nicht unmöglich, dass die beiden Blätter Fig. 1 und 2, und zwar besonders ersteres, auf Tafel 17 (14) vielleicht zu einer anderen Gattung als *Diospyros* gehören können. Wirklich habe ich nur unter Reservation alle diese Blätter zusammengestellt, was Herr v. ETTINGSHAUSEN dem Text meiner Arbeit hätte entnehmen können. (»Cette description vise principalement les deux feuilles typiques Pl. 8 fig. 1 et Pl. 14, fig. 4; il est néanmoins probable que non seulement la feuille à limbe très décurrent, fig. 5 . . . . mais aussi la fig. 2 de la même planche etc. . . . . appartient à cette espèce etc.). Dass sie zu *Ficus* gehören sollten, scheint mir mindestens sehr problematisch zu sein. *Ficus Deschmanni* ETT. aus der Flora von Sagor, mit welcher Herr v. ETTINGSHAUSEN die beiden Mogiblätter vergleicht, hat einen mehrmals stärkeren und gegen die Basis hin verdickten Primärnerv, die Secundärnerven sind unregelmässiger gestellt, die Schlingen derselben liegen näher am Rande u. s. w. Unter den lebenden *Ficus*-Arten habe ich auch keine entsprechende Form finden können. Viel eher als an *Ficus* könnte man dann an Ericaceen denken, unter welchen mehrere Arten, wie z. B. *Vaccinium* (*Gaylussacia*) *frondosum* TORR et GRAY, *V. corymbosum* L. u. a. eine ähnliche Nervirung zeigen. Ich halte es jedoch für am richtigsten, die beiden Mogiblätter auf Tafel 17 (14) Fig. 1 und 2 bis auf

weiteres unbestimmt zu lassen. Sollte es sich aber später zeigen, dass sie nicht zu *Diospyros Nordqvisti* gehören, werde ich die Artbenennung »*mogiana* ETTINGSHAUSEN» benutzen.

HEER war aber von der Meinung, dass diese Blätter zu *Diospyros* gehören. Er schrieb: »Taf. 17 (14), Fig. 2—5 scheinen auch mir Diospyros-Blätter zu sein. Da auch bei Fig. 1 der Rand ganz ist und zahlreiche kleine Felder an die Bogen sich anschliessen, ist sie wohl nicht zu trennen». Was endlich das Blatt auf Tafel 11 (8), Fig. 1 betrifft, schrieb HEER ebenfalls, »es ist auch *Diospyros* zu vergleichen». Herr v. ETTINGSHAUSEN meint, dass es nicht zu *Diospyros* gehören kann, weil auch hier die Nervillen rechtwinkelig abgehen. Genau dieselbe Nervation habe ich aber bei *Diospyros lotus* beobachtet, und ich kann daher Herrn v. ETTINGSHAUSENS Einwendungen nicht billigen. Viel eher als an *Juglans*, wie Herr v. ETTINGSHAUSEN meint, könnte man, wenn das Blatt nicht zu *Diospyros* gehörte, an *Lonicera* oder verwandte Gattungen denken, doch stimmen auch diese nicht ganz vollständig überein.

Phyllites caryoides NATH.

(*Pterocarya obliqua* ETTINGSHAUSEN l. c.)

Das betreffende Fossil ist nur die unvollständige Spitze eines Blattes, das folglich nicht mit Sicherheit weder zur Gattung noch zur Art bestimmt werden kann. Da dasselbe in seiner Nervation am meisten mit den Juglandeen übereinstimmt, habe ich es unter dem provisorischen Namen *Phyllites caryoides* aufgenommen. Herr v. ETTINGSHAUSEN steht aber nicht an, dasselbe nicht nur der Gattung *Pterocarya* anzureihen, sondern sogar eine neue Art daraus zu machen. Da die Aufgabe der descriptiven Phytopaleontologie nicht sein kann, möglichst viele, wenn auch noch so unsichere, Arten aufzustellen, sondern nur das zu sagen, was man wirklich weiss, halte ich Herrn v. ETTINGSHAUSENS Verfahren nicht bloss für leichtsinnig, sondern auch für durchaus schädlich. Meine ältere Benennung dürfte folglich fortdauernd vorzuziehen sein.

Ilex Heeri NATH.

Herr v. ETTINGSHAUSEN sagt, diese Blätter »machen mehr den Eindruck von Leguminosen-Theilblättern als den von Ilex-

Blättern. Ihre Textur scheint keineswegs sehr derb gewesen zu sein». Hat denn Herr v. ETTINGSHAUSEN den Text meiner Arbeit nicht gelesen? Seiner Behauptung gegenüber dürfte es hinreichend sein, einige Worte welche sich in meiner Beschreibung finden, anzuführen: »Feuilles d'une consistance ferme». »Je ferai observer aussi que les feuilles de quelques légumineuses ressemblent beaucoup aux feuilles en question tant au point de vue de la forme qu'à celui de la nervure. Mais comme elles ont une consistance infiniment plus mince, une comparaison avec les nôtres n'est guère possible».

SAPORTA sagt übrigens von den betreffenden Blättern: »*l'Ilex Heeri* NATH. qui rien ne distingue, si l'on s'en tient aux figures, de *l'Ilex Falsani* Sap».

Clethra Maximoviczii NATH.

(*Rhamnus costata fossilis* NATH., *Juglans Sieboldiana fossilis* ETTINGSHAUSEN l. c.)

Herrn v. ETTINGSHAUSENS Vermuthung, dass diese Blätter nicht zu *Rhamnus* gehören könnten, hat sich durch neuerdings erhaltenes gutes Material in der That bestätigt. Der Verlauf der Nervillen ist nämlich ein anderer als bei *Rhamnus*. Seine Annahme aber, dass sie zu *Juglans Sieboldiana* gehören dürften, ist dagegen durchaus unrichtig. Bei keiner *Juglans* stehen die unteren Secundärnerven so dicht beisammen wie bei den betreffenden Blattfossilien, welche, wie die vollständig erhaltenen Blätter es darlegen, in der That mit *Clethra Maximoviczii* NATH. zu vereinigen sind. *Rhamnus costata* ist folglich aus der fossilen Flora bei Mogi zu streichen.

Prunus pseudo-cerasus LINDL. fossilis m

(*Prunus sp.* NATHORST l. c.)

Herr v. ETTINGSHAUSEN vergleicht diese Art mit *Prunus palæo-cerasus* ETT. aus der Tertiärflora von Leoben. Ich habe dazu nur zu bemerken, dass ich in meiner Arbeit diese Art schon mit *Prunus pseudo-cerasus* verglichen habe. Die Richtigkeit dieser Vergleichung ist durch mehrere neuerdings erhaltene vollständigere Blätter vollkommen bestätigt worden. Dagegen treten die Secundärnerven unter viel spitzeren Winkeln als bei *Prunus palæo-cerasus* ETT. aus, eine Zusammengehörigkeit mit

dieser ist folglich nicht annehmbar. Ob das Blatt auf Tafel 4 (1) Fig. 16 eher hierher als zu *Pterocarya* gehört scheint mir noch unsicher. —

Was die übrigen Bemerkungen des Herrn v. ETTINGSHAUSEN betrifft, so kann ich mich kürzer fassen. *Quercus Stuxbergii* NATH. weicht durch die regelmässigere Stellung und den Verlauf der Secundärnerven von *Quercus mediterranea* bedeutend ab. Man kann nicht aus dem Umstand, dass einige Blätter von *Quercus mediterranea* ausnahmsweise eine entfernte Ähnlichkeit mit *Quercus Stuxbergi* zeigen, wie Herr v. ETTINGSHAUSEN dies meint, schliessen, dass eine nahe Verwandtschaft zwischen den beiden Arten bestehe und noch weniger dass sie zusammengehören.

Da das Blattfossil von Mogi, welches ich *Meliosma myriantha fossilis* genannt habe, vollkommen mit der lebenden Art übereinstimmt, ist kein Grund vorhanden, dasselbe zu *Rhamnus* zu bringen.

In Betreff der unbestimmbaren Phylliten habe ich nur zu bemerken, dass *Phyllites inæquabilis*, Tafel 18 (15) Fig. 4, die Gegenplatte zu Tafel 12 (9) Fig. 4 ist (was ich im Texte natürlicher Weise angeführt habe). Diese hat deutliche Zähne und spricht mehr für *Ilex* als für eine Leguminose. Dass meine *Cydonia chloranthoides* assymetrisch ist, hat wohl doch nicht so viel zu bedeuten, da wir eine ähnliche Assymetrie oft bei *Prunus*-Arten u. a. beobachten können. Jedenfalls wäre vollständigeres Material für eine endgültige Bestimmung sehr wünschenswerth. Die übrigen Phylliten von Mogi können wir hier übergehen, da man über dieselben keine endgültigen Aufschlüsse erhalten kann.

Als Resultate dieser Bemerkungen über Herrn v. ETTINGSHAUSENS Behauptungen in Betreff der von ihm besprochenen Mogipflanzen können wir folglich sagen, dass seine Ansichten sich in den allermeisten Fällen als irrig erwiesen haben. Seine Hauptfehler liegen darin, dass er die lebende Flora Japans ganz unberücksichtigt gelassen hat und nur bemüht gewesen ist, die fossilen Mogipflanzen einseitig mit europäischen Tertiärpflanzen zu vergleichen. Seine Methode unbestimmbare Pflanzenreste zu bestimmen, um beliebige Schlussfolgerungen daraus zu ziehen, können wir ebensowenig billigen wie seine Aufstellung neuer Arten, welche ebenfalls auf unbestimmbares Material gegründet sind. Die Schlussfolgerungen, welche ich

aus den Mogipflanzen gezogen habe, brauchen folglich nicht verändert zu werden.

Ich benutze hier die Gelegenheit, HEERS Meinung über die betreffende Flora mitzutheilen. Es kann vielleicht nicht schaden, dass die Ansichten des grossen Züricher Phytopalæontologen bekannt gemacht werden, da es ihm nicht vergönnt gewesen ist, dieselben selbst vor seinem Tode öffentlich auszusprechen. In zwei verschiedenen Briefen hat er mir folgendes geschrieben:

»Die Bestimmung der japanischen Blattabdrücke ist in der That sehr schwierig, da wenig ausgezeichnete und leichter kenntliche Blattformen darunter sind und viele kaum deutbare Fragmente. Die Tertiärflora gibt wenig Auskunft, da alle Arten verschieden sind, denn auch das Nadelholz kann nicht mit *Sequoia Langsdorfii* identificirt werden, und es wird wohl am zweckmässigsten sein, es als *Taxites* zu bezeichnen». . . .

»Wenn auch manche der Blätter recht schön erhalten sind, so sind doch nicht wenige in so fragmentar. Zustand, dass eine befriedigende Bestimmung derselben nicht möglich ist. Immerhin lässt sich im grossen Ganzen der Character dieser Florula bestimmen, und ich bin ganz mit Ihnen einverstanden, dass wir dieselbe in das jüngere Pliocän oder vielleicht noch eher in den Anfang der Diluvialzeit (Quartär) zu versetzen haben. Es ist sehr auffallend, dass alle tropischen und subtropischen Formen fehlen und die Florula ein kälteres Klima andeutet als es gegenwärtig in Südjapan sich findet. Dass gerade die häufigste Art [1]) mit einer jetzt lebende ganz oder doch sehr nahe übereinstimmt, nähert diese Flora der Jetztwelt, wie sie denn von der tertiären von Sachalin und von Alaska sehr verschieden ist».

2. Pflanzen von unbekannter Localität.

Alnus subviridis NATH.

(*Alnus gracilis* UNGER var. *subviridis* ETTINGSHAUSEN l. c.)

Wie gewöhnlich stützt Herr v. ETTINGSHAUSEN auch hier seine Beweisführung auf Ausnahmen. Es soll nämlich zusammen mit *Alnus gracilis* bei Leoben ein Blatt gefunden worden sein, welches meiner *Alnus subviridis* »vollkommen gleicht». Ein

[1]) *Fagus ferruginea fossilis.*

Fruchtzweig der *Alnus gracilis* von Leoben soll ebenfalls ein ähnliches Blatt tragen. Sei dies wie es wolle, so wäre es doch sonderbar, wenn das einzig von Japan vorliegende Blatt auch eine solche Ausnahme sein würde. Von den gewöhnlichen Blättern der *Alnus gracilis* ist dasselbe aber sehr verschieden, und um unrichtige Schlussfolgerungen zu vermeiden, dürfte es am besten sein, dasselbe fortwährend als eigene Art zu betrachten.

Castanea vulgaris Lmk fossilis Nath.

(*Castanea Kubinyi* Ettingshausen l. c.)

Herr v. Ettingshausen sagt von dieser Art nur: »Das Fossil Fig. 10 a entspricht vollkommen der *Castanea Kubinyi* Kov. der europäischen Pliocänschichten». Dagegen sagt er nicht, wodurch dasselbe sich von der lebenden Art trenne, und wie wir es schon oben mehrmals erfahren haben, scheint Herr v. Ettingshausen es ja überflüssig gehalten zu haben, die betreffenden Blattfossilien mit den lebenden Pflanzen Japans zu vergleichen. Es kommt ja für ihn hauptsächlich darauf an, die japanischen Pflanzenfossilien in europäische Tertiärpflanzen einzupassen.

Es ist aber gerade hier eine solche apodichtische Aussage des Herrn v. Ettingshausen um so weniger berechtigt, als er ja seiner Zeit selbst folgendes gesagt hat (»Ueber *Castanea vesca* und ihre vorweltliche Stammart». Pag. 163. Sitzb. d. k. k. Acad. d. Wissensch. Wien. Mathem. Naturwissensch. Classe, Bd. 65, Abth. 1): »Wir haben es also nur mit einer einzigen vorweltlichen *Castanea*-Art zu thun, welche von unserer *C. vesca* zwar weder in der Blattbildung noch in der Beschaffenheit der Blüthenkätzchen, wohl aber in den Merkmalen der Fruchtbildung verschieden ist». Hier liegt keine Frucht vor, Herr v. Ettingshausen steht aber dessenungeachtet nicht an, das betreffende Blattfossil von *Castanea vulgaris* zu trennen. Es konnte freilich ziemlich gleichgültig erscheinen, welche Benennung man anwendet, da wir ja noch nicht sicher wissen, ob *Castanea Kubinyi* überhaupt von *Castanea vulgaris* zu trennen ist[1]), und

[1]) »Die *C. Kubinyi* unterscheidet sich von der *C. Ungeri* gerade durch die stachelspitzigen Blattzähne und nähert sich dadurch wie auch durch ihre Nervation, so sehr der lebenden Art, dass sie wahrscheinlich zu derselben gehört, worüber aber erst das Auffinden der Früchte endgültig entscheiden kann». Heer, Flora Fossilis arctica, Bd. VII, Pag. 87. Zürich 1883.

man konnte folglich jenen Namen für alle fossile Blätter, welche mit *Castanea vulgaris* übereinstimmen, benutzen. Hier lag aber ein besonderer Umstand vor, welcher für jeden, der auch Japans lebende Pflanzen um Rath gefragt hat, für eine ziemlich sichere Zusammengehörigkeit mit *Castanea vulgaris* sprechen musste. Das betreffende Blatt in Fig. 10 a. hat nämlich eine ungewöhnlich lineale Form, die Secundärnerven treten unter sehr offenem Winkel aus und sind unten etwas divergirend. Genau dieselben Merkmale charakterisiren aber die im hiesigen Herbarium befindlichen *Castanea*-Blätter von Japan, und mit dieser auffallenden Übereinstimmung zwischen dem fossilen Blatt und der noch in Japan lebenden Pflanze wäre es nicht berechtigt gewesen, jenes als *Castanea Kubinyi* aufzunehmen. Ich glaube folglich das betreffende Blattfossil mit vollem Recht als *Castanea vulgaris fossilis* bezeichnet zu haben. —

Herr v. ETTINGSHAUSEN behauptet ferner, dass *Phyllites coryloides* NATH. — welcher übrigens von mir nicht nur mit *Corylus*, sondern auch mit *Alnus* und *Quercus* verglichen worden ist — zu *Castanea Kubinyi* gehöre und sagt dabei, dass »Nervation und Zahnung passen vollkommen zur genannten Art». Hier erfahren wir wieder, dass Herr v. ETTINGSHAUSEN den Text meiner Arbeit nicht um Rath gefragt haben kann, sonst würde er erfahren haben, dass der Rand zerstört und dass die scheinbare Zahnung nur Unebenheiten im Gestein sind, was ich in meiner Arbeit ausdrücklich bemerkt habe (»Il y a lieu de signaler que le bord de la feuille n'est pas conservé, et que la denture que l'on voit sur le dessin n'est qu'apparente»).

3. Pflanzen von Takasima.

Betreffend endlich Herrn v. ETTINGSHAUSENS Bemerkungen über die unbestimmbaren Phylliten von Takasima, so liefern auch sie den Beweis, dass er den Text meiner Arbeit ganz unberücksichtigt gelassen hat. Er sagt nämlich in Betreff von *Phyllites sp.*, Taf. 19 (16), Fig. 4, 5. »Ob diese beiden Blattfossilien zusammengehören, ist zweifelhaft. Beide dürften bei den Caesalpinien und zwar bei *Cassia* den geeignetsten Platz finden» etc. In meiner Arbeit steht aber schon zu lesen: »Il n'est dès lors pas certain que les feuilles appartiennent à la même espèce. Elles rappellent diverses légumineuses telles que

Sophora, Cassia etc.» Herr v. ETTINGSHAUSENS Bemerkung ist folglich ganz überflüssig, um zo mehr, da die betreffenden Blätter unbestimmbar sind.

Schliesslich will ich hier besonders hervorheben, dass ich in meiner Arbeit nachgewiesen habe, dass die fossile Flora von Takasima zu einem anderen Zeitabschnitt als die von Mogi gehören müsse. Man darf folglich die wahrscheinliche Anwesenheit einiger Cassien etc. bei Takasima für die Schlussfolgerungen in Betreff der Mogiflora gar nicht benutzen.

Nachtrag. D. 24 Oktober 1884. Während des soeben verflossenen Sommers bekam ich von Dr. C. GOTTSCHE, welcher während einiger Jahre als Professor der Geologie bei der Universität in Tokio sich mit geologischen Untersuchungen in Japan beschäftigt hat, eine briefliche Mittheilung über die klimatologischen Verhältnisse der Pliocänzeit Japans, insofern dieselben von den marinen Fossilen abgeleitet werden können. Es dürfte nich unzweckmässig sein, diese Mittheilung hier folgen zu lassen. Der Brief war Söul auf Korea, den 29 Mai 1884 datirt, und die betreffende Stelle lautet wie folgt:

»Eiszeit betreffend, kommen Sie aus der Mogiflora zum Schluss, dass sie ein kälteres Klima andeute, als Kiusiu jetzt besitzt, oder deutlicher: die Erniedrigung der Temperatur zur Eiszeit lässt sich selbst in Süd-Japan nachweisen. — Ganz dasselbe deuten die marinen Pliocänschichten an, indem sie bei Tokio, ja selbst in Kaga und Owari Arten enthalten, welche — soweit unsere heutige Kenntniss reicht — nicht südlich von Hakodate leben».

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 9. N:o 19.

UEBER

PHÆOTHAMNION,

EINE NEUE GATTUNG UNTER DEN SÜSSWASSERALGEN.

VON

G. LAGERHEIM.

MIT 1 TAFEL.

DER K. SCHWED. AKAD. DER WISS. MITGETHEILT DEN 10 SEPTEMBER 1884.



STOCKHOLM 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Am 9. April 1884 sammelte ich eine *Cladophora* KÜTZ. ein, die an Pfälen in dem zum grössten Theile noch eisbelegten Teiche des botanischen Gartens zu Upsala wuchs. Als ich diese Alge unter Anwendung starker Vergrösserung untersuchte, fand ich an derselben eine Fülle von Epiphyten und Parasiten wie *Chrenothrix Kühniana* (RABENH.) ZOPF und andere *Bakterien*, *Gloeochæte Wittrockiana* LAGERH., *Chamæsiphon confervicola* A. BR., *Lyngbya sp.*, *Diatomaceen*, sterile *Spirogyren* und *Mougeotien*, mehrere *Characium*-Arten, *Apiocystis Brauniana* NÄG., *Aphanochæte repens* A. BR., *Microthamnion Kützingianum* NÄG., *Stigeoclonium sp.*, u. a. m. An mehreren von diesen machte ich einige interessanten Beobachtungen. So z. B. observirte ich bei *Chrenothrix Kühniana* (RABENH.) ZOPF die Bildung von Schwärmzellen (s. ZOPF: zur Morphologie der Spaltpflanzen, pag. 37, Leipzig, 1882); von *Gloeochæte Wittrockiana* LAGERH. fand ich Kolonien (4—8-zellige), die mit Kalk stark incrustirt waren; vermuthlich ist diese Form als ein Winterstadium zu betrachten. Bei *Stigeoclonium sp.* beobachtete ich junge Aplanosporen (WILLE).

Zusammen mit diesen Algen fand ich in beträchtlicher Menge noch eine, die durch ihre in die Augen fallende braungrüne Farbe sich meine Aufmerksamkeit sogleich zuzog. Ich hatte diese Form wohl zuvor wahrgenommen, aber es war mir niemals gelungen sie mit irgend einer bisher beschriebenen Alge zu identificiren, und ich beschloss daher, da sich mir jetzt eine Gelegenheit darbot, dieselbe näher zu studiren. Sie dürfte eine neue Gattung bilden, die ich benenne

Phæothamnion LAGERH.

WITTR. et NORDST. Alg. aq. dulc. exs., fasc. 13, n:o 608.

Thallus confervoideus (non mucosus), monopodialiter ramosus, ramis superioribus suberectis, ramis inferioribus paten-

tibus, algis majoribus adnatus. Cellulæ vegetativæ cylindricæ vel subclavatæ vel ovoideæ; cellulæ terminales obtusæ vel acutatæ, nunquam piliferæ; cellula basalis subhemisphærica, basi in disculum dilatata; membrana cellularum tenuis et hyalina, septis incrassatis; chromatophoræ laminæformes, parietales, fusco-virides vel olivaceæ (colore orto e chlorophyllo cum phycoxanthino mixto). Zoosporangia intercalaria e cellulis vegetativis orta, eadem forma ac cellulæ vegetativæ. Zoosporæ binæ, bipartitione contenti zoosporangii ortæ, olivaceo-virides, puncto rubro nullo, ciliis vibratoriis binis in fine anteriore zoosporæ positis præditæ, per ostiolum poriforme zoosporangii examinantes, sine conjugatione germinantes. Cellulæ vegetativæ (membrana in mucum gelatinosum mutata) bipartitione succedanea in statum palmellaceum transeuntes.

P. confervicolum Lagerh., fig. 1—21.

Wittr. et Nordst. alg. aq. dulc. exs., fasc. 13, n:o 608.
Character idem ac generis.
Long. cell. veg. 6—10 μ; lat. cell. veg. 4—8 μ.
» » apic. 6—12 μ; » » apic. 4—6 μ.
» » bas. 5—6 μ; » » bas. 9 μ.
» zoosporang. 6—10 μ; » zoosporang. 5—8 μ.
Diam. orif. zoosporang. 3 μ; diam. zoosporar. 4—5 μ.
» cell. palmell. 4 μ.

Habitat Sueciæ, ad Upsaliam: in palude ad »Ultuna» in *Vaucheriis* epiphyticum (autumn. 1882); in fossa in »Luthagen» in *Vaucheriis* epiphyticum (autumn. 1883); in piscina horti botanici in *Cladophoris* epiphyticum (April. 1884); ad Stockholmiam: in fossa ad »Dufnäs» in *Vaucheria dichotoma* Dillw. epiphyticum (Juni. 1884); in lacu »Kolbotten» in *Vaucheriis* epiphyticum (Juni. 1884).

Die Art bildete kleine, braungrüne Büschel an den obengenannten grösseren Algen.

Die Form der Zellen variirt mit ihrem Alter. Die erste Zelle, die aus einer Zoospore hervorgeht, theilt sich bald in zwei Töchterzellen, von welchen die untere die Rolle eines Anheftungsorganes übernimmt. Diese Zelle ist halb kugelförmig, 5—9 μ in Diameter, hat eine dickere Wand als die übrigen und ist an der Anheftungsfläche mit einer scheibenähnlichen Erweiterung der Membran versehen, wodurch

sie an der Wirthpflanze sicher befestigt wird (Fig. 8). Sofern ich gefunden, wird an dieser Anheftungsscheibe kein braunes Produkt (Eisenoxydhydrat etc.) abgesondert, wie es oft bei Algen begegnet, die mit Hapteren (WARMING) versehen sind, z. B. Oedogonien, Characien, u. m. a. Die zweite — obere — von den Töchterzellen fängt bald an sich zu theilen auf einer Weise, die ich unten näher beschreiben werde. Die durch die Theilung dieser Zelle gebildeten Zellen sind von einer anderen Form als die Hapterzelle. Sie sind nämlich entweder fast lancettförmig, oval, eiförmig, keulenförmig oder birnenförmig. Die beiden letzten Formen sind die am gewöhnlichsten vorkommenden. Die Endzellen der Zweige (vor der Theilung) sind, im optischen Längenschnitt gesehen, lancettförmig oder länglich.

Die Zellwand ist dünn und farblos. Vermuthlich besteht sie aus zum Theil verschleimter Cellulosa. Diese Modification der Cellulosa ist, wie bekannt, sehr häufig vorkommend binnen fast dem ganzen Algenreich. Die Zellmembran ist nicht überall von derselben Dicke, sondern immer verdickt, wo zwei Zellen zusammenstossen (Fig. 9—17). Diese Verdickung der Zellmembran ist während des Lebens der Zellen ziemlich undeutlich, tritt aber an leeren Zellen (Fig. 16, 17) sehr scharf hervor. Alsdann kan man auch mehrere Schichten in ihr wahrnehmen. Sie ist darum vermuthlich in nicht geringem Masse compressibel, so dass sie durch den Druck des Zellinhaltes bis zu einem gewissen Grade zusammengepresst ist; als aber der Zellinhalt ausgeleert wird (in der Form von Zoosporen), nimmt sie Wasser auf und schwillt aus. Es ist daher möglich, dass dieser Theil der Membran eine Rolle bei der Freimachung der Zoosporen spiele. Man könnte sich denken, sie nähme das Wasser eben darum auf um durch ihr Ausschwellen einen Druck auf die in der Zelle liegenden Zoosporen auszuüben. Eine starke Verschleimigung der Zellwand, wie z. B. bei vielen Chætophoraceen, Rivulariaceen u. m. a., kommt während des vegetativen Stadiums der Pflanze nicht vor.

Innerhalb der Zelle sieht man sehr deutlich ein Chromatophor (SCHMITZ). Dieses ist braun, braungrün oder olivenfarbig, nimmer rein grün. Seine Form ist bandähnlich, ungefähr wie bei *Microthamnion* KÜTZ.; die Lage parietal.

Bisweilen finden sich zwei schmale beinahe parallele Chromatophoren, die in der Längenrichtung der Zelle ausgestreckt sind. Die bräunliche Farbe des Chromatophors rührt von *Phycoxanthin* her, was man chemisch aufweisen kann. Wenn man nämlich zu einem Präparate, worin sich *Phæothamnion confervicolum* LAGERH. und einige lebenden Diatomaceen befinden, ein Tröpfchen Chlorwasserstoffsäure zusetzt, werden die zuvor braungrünen Chromatophoren schön blaugrün sosowohl bei den Diatomaceen als bei *Phæothamnion* LAGERH. Ein Zusatz von verdünntem Alcohol färbt das Chromatophor bei *Phæothamnion* LAGERH. grün, weil das Phycoxanthin dadurch aufgelöst wird, nicht aber das Chlorophyll. Auch beim Eintrocknen scheint ein Theil der braunen Farbe zu verschwinden, wie es oft der Fall ist z. B. bei Ectocarpeen u. a. Phæozoosporaceen. Als ich kein Microspectroscop zu Verfügung gehabt, kann ich über das Absorbtionsspectrum des braunen Farbenstoffes keine Aufklärung geben. Bei starkem Lichte zog sich das Chromatophor nach wenigen Augenblicken von der Wand zurück und wurde bald destruirt, falls die Beleuchtung zu lang dauerte.

Einen Pyrenoid (SCHMITZ) oder Amylonkörner in dem Chromatophor aufzuweisen ist mir nicht gelungen. Dagegen zeigte sich, als ich die Alge eben eingesammelt hatte, in dem Zellinhalte eine grosse Menge kleiner Körner, die in einer sehr lebhaften Molekylarbewegung begriffen waren. Als aber die Chlorwasserstoffsäure zugesetzt wurde, verschwanden sie. Nachdem die Alge längere Zeit in einem warmen Zimmer gehalten war und lebhaften Zuwachs gezeigt hatte, verschwanden diese Körnchen zum grössten Theile. Es ist mir nicht gelungen das Vorkommen von Stärke in der Zelle mit Sicherheit zu constatiren. Möglich wäre indessen, dass einige der genannten Körnchen daraus bestünden, aber wegen ihrer ausserordentlichen Kleinheit konnte ich nicht wahrnehmen, ob sie bei Behandlung mit Jodlösung sich blau färbten. Als die Alge von Chytridiaceen angegriffen wurde, wie es zuweilen geschah, wurden die Chromatophoren zerstört (Fig. 14).

Ebensowenig ist es mir gelungen einen Zellkern aufzuzeigen.

Wahrscheinlich existirt doch ein solcher, wiewohl er in Folge seiner geringen Grösse (und seiner losen Consistenz?) der Aufmerksamkeit leicht entgeht.

Die Zelltheilung und die Verzweigung geht, wenn wir von einer keimenden Zoospore ausgehen, in folgender Weise vor sich. Nachdem die Zoospore eine Zeit lang umhergeschwommen hat, heftet sie sich an eine *Cladophora* KÜTZ., eine *Vaucheria* DC., an die Wände des Culturgefässes oder an irgend einen anderen Gegenstand an. Wie andere Schwärmcellen sind die Zoosporen von *Phæothamnion confervicolum* LAGERH. für das Licht sehr empfindlich. Sie häufen sich nämlich in grösster Menge an derjenigen Seite des Gefässes die gegen die Lichtquelle gewandt ist; sie sind also fotofil (STRASBURGER). Nachdem sie sich angeheftet haben, werden die Cilien eingezogen und eine dünne Membran beginnt sich abzusondern (Fig. 1, a). Als die Zoospore nach der Keimung an Grösse ein wenig zugenommen und die Membran an Festigkeit gewonnen, beginnt die Theilung. Die erste Andeutung dazu ist, dass die Zelle an der Spitze einen kleinen warzenähnlichen oder sackförmigen Auswuchs zeigt (Fig. 1, b), der sich mehr und mehr vergrössert. Bald hat sich auch das Chromatophor in zwei Hälften getheilt. An der Theilungsfläche sieht man gewöhnlich eine grosse Anzahl kleiner Körner, die sich da angehäuft haben. Indessen wächst die sackförmige Erweiterung besonders in deren oberen Theilen zu, so dass die ganze Zelle ein wenig oberhalb der Mitte eine Einschnürung bekommt. An dieser Stelle bildet sich eine Querwand, nachdem die obere Hälfte des Chromatophors in die Tochterzelle vollständig übergegangen ist. Dieses von der Theilung der Keimzelle oder der Terminalzelle (Fig. 9. 10, 11, 12).

Die Theilung einer intercalären Zelle geht in folgender Weise vor sich. Ungefähr wie im vorigen Falle erhält die Zelle am oberen Rande dicht unter der darüber liegenden Zelle eine Erweiterung, die sich mehr und mehr vergrössert und endlich — nachdem das Chromatophor sich in zwei Hälften getheilt, von denen die obere in die Erweiterung übergegangen ist — mittelst einer ein wenig schiefen Querwand von der Mutterzelle abgeschlossen wird. Die also zu Stande gekommene Tochterzelle bildet jetzt einen einzelligen Zweig und übernimmt die Rolle einer Terminalzelle (Fig. 10). Oft können an derselben intercalären Zelle mehrere Zweige in dieser Weise gebildet werden; doch habe ich nie

mehr als drei beobachtet (Fig, 7, 8). Von den intercalären Zellen der Zweige können wiederum Zweige höherer Ordnung hervorwachsen (Fig. 7, 8). Die jüngeren ein- bis zwei-zelligen Zweige sind gewöhnlich ein wenig in die Höhe gerichtet (in Verhältniss zu ihrer Hauptachse), die älteren, mehrzelligen, am öftesten nach aussen gerichtet (Fig. 4—8). Die ganze Pflanze bekommt hierdurch ein pyramidenähnliches Aussehen. Im allgemeinen scheint die Ausbildung der Zweige nicht eher zu beginnen als die Alge dreizellig geworden, da von der ersten oder zweiten Zelle (von unten gerechnet) ein Zweig herauswächst (Fig. 4).

Mehrmals beobachtete ich eine Bildung der Zellen, die wohl zunächst als eine monströse zu betrachten ist. Von den intercalären — selten von den terminalen — Zellen wuchsen nämlich bisweilen Zellen hervor, die mehrere Mal so gross als die Mutterzelle wurden. Gewöhnlich waren sie von birnenähnlicher Form. Das Endochrom war in der ganzen Zelle fast gleich, oder in kleinen Scheiben vertheilt. Eine andere Form dieser eigenthümlichen Bildung zeigt Fig. 13. Ob diese Bildungen nur als Monstrositäten anzusehen sind oder möglicherweise als ein Beginn uniloculärer Sporangieen, habe ich nicht entscheiden können. Jenes scheint mir doch wahrscheinlicher. Chytridiaceen oder andere Parasiten, die die Entstehung dieser Bildungen verursacht haben könnten, sind nicht beobachtet worden.

Die Entwicklung der Zoosporen geht folgenderweise vor sich. Diejenigen vegetativen Zellen, die Schwärmzellen zuerst hervorbringen, d. i. zu Sporangien werden, sind entweder die unteren von den Zellen der Hauptachse oder die Basalzellen der älteren Zweige. Selten geht die Basalzelle der Hauptachse (die Hapterzelle), sehr selten eine Terminalzelle in ein Sporangium über. Diejenige Zelle, die die Mutterzelle der Zoosporen bilden wird, wird gewöhnlich etwas breiter und ihr Chromatophor grösser. Was zuerst die Bildung der Zoosporen andeutet, ist, dass der Zellinhalt durch eine Querwand in zwei Hälften getheilt wird (Fig. 15). Kurz danach zeigt sich gewöhnlich ein wenig oberhalb der Mitte des Sporangiums eine runde Oeffnung, vermuthlich durch Resorbtion hervorgebracht. Durch diese Oeffnung tritt das Wasser hinein, was zur Folge hat, dass zuerst die obere und bald danach die untere Zoospore heraustritt

(Fig. 16). Die in der Zellwand gebildete Oeffnung ist so klein, dass die Zoospore beim Durchgang sich ein wenig zusammenziehen muss. Durch den Druck der Zoospore auf die Membran der Mutterzelle erhält diese oft an der Stelle, wo das Austreten geschieht, eine Ausbauchung (Fig. 7, 8, 16, 17). Falls das Loch so gross ist, dass die Zoosporen nicht nöthig haben sich zusammenzuschnüren, entsteht keine solche Andeutung zu einem »Halse». Nachdem sie vollständig herausgeschlüpft sind, nehmen sie eine rundlich-ovale Form an. Eine kurze Zeit liegen sie ausserhalb der Mutterzelle völlig unbeweglich in einer gemeinsamen Hülle. Wenn man sie jetzt aufmerksam betrachtet, sieht man, wie diejenige Zoospore, die zuerst heraustrat, nach einigen Sekunden sich zu bewegen anfängt und dadurch, dass sie mit den Cilien hin und her peitscht, sich von dem umgebenden Schleim zu befreien sucht (Fig. 17). Nach einige Augenblicken ist ihr dies gelungen, und die freie Zoospore schwimmt weg; kurz danach sieht man auch die zweite Zoospore sich von den Schleim befreien und wegschwimmen. Ungefähr 2,5 Minuten verlauften zwischen dem Austreten und dem Wegschwimmen der Zoosporen. Die vollgebildeten Zoosporen waren in Diam. 4—5 μ, von gerundet-ovaler oder fast kugeliger Form und mit zwei, gleich langen, Cilien versehen, die dicht an einander befestigt waren und dieselbe Richtung hatten (Fig. 18). Das vordere Ende der Zoospore war farblos, aber einen rothen Augenfleck war ich nicht im Stande zu finden. Nach einigem Umherschwimmen setzen sich die Zoosporen fest und keimen, sofern ich gefunden, ohne vorhergehende Copulation. Theils habe ich keine solche observirt, und theils waren die zur Keimung gekommenen Zoosporen von derselben Grösse wie diejenigen, die aus dem Sporangium soeben herausgetreten. Einmal beobachtete ich, wie von dem ganzen Inhalt einer fast cylindrischer Zelle nur eine Schwärmzelle sich bildete. Diese war unmittelbar nach dem Heraustreten 6,5 μ breit und 8 μ lang, also bedeutend grösser als diejenigen, die je zwei in einem Sporangium gebildet waren. Doch war ich zum Unglück nicht im Stande die Cilien dieser Schwärmzelle zu beobachten. Möglicherweise waren sie vier. I diesem Falle liegt die Vermuthung sehr nahe, diese sei eine Megazoospore gewesen, die zuvor beschriebenen Microzoosporen. Dass diese letzteren ohne

vorhergehende Conjugation keimten, beweist Nichts gegen eine solche Annahme, da man sich ja schon mehrere Fälle bekannt hat, wo Mikrozoosporen in dieser Weise auftreten, z. B. die Mikrozoosporen von *Hormiscia zonata* (W. & M.) Aresch. Dagegen pflegen ja die Mikrozoosporen in sehr grosser Menge in jedem Mikrozoosporangium gebildet zu werden, nicht bloss zwei wie es bei *Phæothamnion confervicolum* Lagerh. der Fall sein würde.

Endlich habe ich bei dieser Alge auch ein Palmella-stadium observirt. Ich bin nicht so glücklich gewesen die Entstehung desselben zu beobachten. Die erste Andeutung eines solchen habe ich auf der Fig. 19 abgebildet. Eine Reihe der Zellen hatte sich abgerundet — ihre Diam. war 6 μ — und die Zellen waren in Ketten vereinigt, ebenso wie die Ruhezellen bei gewissen Arten von der Gattung *Draparnaldia* Bory. Die Membran war nicht in hohem Grade verschleimigt, sondern vielmehr ziemlich dick. Man könnte vielleicht daher diese Zellen als Ruhezellen ansehen; ob sie Aplanosporen (Wille) oder Akineten (Wille) wären, konnte ich nicht entscheiden. Indessen verbleiben die Zellen in diesem Stadium nicht, sondern nach einiger Zeit fangen ihre Membranen an sich zu verschleimigen, und der Zusammenhang, welcher schon vorher ein ziemlich loser war, mehr und mehr zu vermindern. Die Zellen bleiben jetzt in einem gemeinsamen Gallerte zerstreut (Fig. 20). Dieses Stadium ist aus dem vorigen auf der Weise entstanden, dass die Zellen sich in mehrere Richtungen getheilt und die auf dieser Weise gebildeten Töchterzellen sich von einander entfernt haben. Die Zellmembran ist in diesem Stadium ganz undeutlich. Die Zellen des Palmellastadiums, die sich noch weiter theilten, als ich meine Untersuchungen unterbrach (Juli 1884), waren 4 μ in Diam. (Fig. 21).

Was den Platz dieser neuen Gattung im System betrifft, war ich lange zweifelhaft, wohin sie mit Recht zu stellen wäre. Ich war zuerst der Ansicht, dass man, da sich ausser Chlorophyll auch Phycoxanthin vorfand, *Phæothamnion* Lagerh. als eine (sehr niedrig stehende) Phæozoosporacee zu betrachten habe, aber weil sie im übrigen bedeutende Abweichungen von den bisher bekannten Phæosporaceen zeigt, habe ich ihr vorläufig eine andere Stelle im System gegeben. Wie

bekannt sind alle bisher näher untersuchten Phæozoosporaceen [1]) durch die Cilien der Schwärmzellen gekennzeichnet, von denen die eine länger und nach vorn gerichtet, die andere kürzer und nach hinten gerichtet ist. Bei *Phæothamnion confervicolum* LAGERH. aber sind die beiden Cilien von derselben Länge und beide nach vorn gerichtet. Pluriloculäre Sporangien fehlen bei *Phæothamnion* LAGERH. gänzlich. In ihren uniloculären Sporangien — wenn man die Zoosporen entwickelnden Zellen so benennen darf — werden nur zwei Schwärmzellen gebildet. Bei den Phæozoosporaceen dagegen entwickeln sie sich in grosser Menge in jedem Sporangium. Endlich hat *Phæothamnnion confervicolum* LAGERH. ein besonderes Palmellastadium, das bekanntlich bei den Phæozoosporaceen gänzlich fehlt.

Ich glaube darum, dass es wenigtens vorläufig das beste sei, die Gattung *Phæothamnion* LAGERH. unter den Chlorophyllophyceen, in der Nähe von den Familien *Chætophoraceæ* (HARV.) WITTR. und *Chroolepideæ* RABENH. zu stellen und unter jener Familie eine eigene Unterfamilie, *Phæothamnieæ* NOB., bildend. Von den beiden letztgenannten Familien weicht *Phæothamnieæ* NOB. zuerst dadurch ab, dass das Protoplasma, ausser Chlorophyll auch Phycoxanthin aufgelöst enthält. Von *Chætophoraceæ* (HARV.) WITTR. weicht *Phæothamnieæ* NOB. ausserdem dadurch ab, dass ihre Zoosporen zwei Cilien haben und durch ein rundes Loch aus der Mutterzelle heraustreten; wie bekannt haben die Schwärmzellen der Chætophoraceen, die sich aus den vegetativen Zellen entwickelt haben, vier Cilien und werden durch das Zerbersten der Membran der Mutterzelle freigelassen. Dagegen haben die Schwärmzellen der Chroolepideen nur zwei Cilien und treten durch ein Loch aus der Mutterzelle heraus. Aber im Gegensatz dessen was bei den *Phæothamnieæ* NOB. der Fall ist, wo, wie oben gesagt ist, högst zwei Schwärmzellen in dem Sporangium gebildet werden, entwickeln sich bei den Chroolepideen in jedem Sporangium eine grosse Anzahl von Schwärmzellen.

---

[1]) Auch bei der in süssem Wasser vorkommenden *Pleurocladia lacustris* A. BR. ist dies der Fall, nach gefälliger Mittheilung des Herrn Amanuensen N. WILLE, der Gelegenheit gehabt von dem hinterlassenen Manuscripte ALEX. BRAUNS über diese Alge in Berlin Kenntniss zu nehmen.

In der Literatur habe ich keine Beschreibung oder Abbildung angetroffen von einer Alge, die mit *Phæothamnion confervicolum* LAGERH. identificirt werden könnte. In der Abhandlung REINSCH's: Algæ aquæ dulcis insulæ Kerguelensis, pag. 21, wird eine Alge beschrieben, die möglicherweise der neuen Gattung *Phæothamnion* LAGERH. zuhören könnte, warum ich die Beschreibung mittheile.

»*Microthamnion cladophoroides* REINSCH in Journ. Linn. soc. XV, 216:

e maximis, fruticulosum, filis solitariis erectis regulariter ramosis, radiculis singulis contortis in substrato (algis viventibus) insidentibus, ramulis erecto-patentibus attenuatis unilateraliter dispositis (in speciminibus minoribus) aut verticillatim dispositis (in speciminibus majoribus), cellulis fili primarii apicem versus paulo incrassatis diametro 4-plo —6-plo longioribus, cellulis ramulorum in basi paulo constrictis diametro 10-plo—20-plo longioribus, cytioplasmate omnium cellularum subhomogeneo, *colore pallide luteo-olivaceo*[1]) granulis singulis dispersis instructo. Fili primarii cellularum latit. 0,0056 m. m. ($\frac{1}{757}$—$\frac{1}{565}$''' Engl.) Plantulæ altit. 0,565 m. m. ($\frac{1}{4}$''' Engl.)

In *Lyngbyæ majoris* KÜTZ. forma trichomatibus et in *Chlorococci* spec. cellulis radiculis brevissimis affixum. Hæc plantula elegantissima *Cladophoris* singulis in habitu haud dissimilis, sed sat distincta a *Cladophoris* cytioplasmate subhomogeneo ac dimensionibus minimis ad *Microthamnia* spectat quibus cum consentit in cytioplasmatis structura. Generis specierum trium hucusque cognitarum nulla aliqua similitudine consentit cum plantula insulæ Kerguelensis.»

In derselben Abhandlung, pag. 27, T. V. Fig. 11, beschreibt und abbildet REINSCH eine neue Gattung *Rhizocladia* (in süssem Wasser wachsend), die nach REINSCH zu den Phæozoosporaeen zu führen wäre. Ob es richtig sei die *Rhizocladia* REINSCH zu dieser Gruppe zu führen, ist unmöglich zu entscheiden, da keine Auskunft über die Farbe des Endochromes noch über das Aussehen der Schwärmzellen gegeben wird. Nach den Figuren in dem grossen Werke REINSCH's: Contributiones ad Algologiam et Fungologiam, Vol. I, Lipsiæ, 1875, zu urtheilen, scheint er der Farbe des Chromatophors kein grosses

---

[1]) Die Cursivierung ist von mir gethan.

Gewicht für die Algensystematik beizulegen. Da das Vorkommen der Phæozoosporaceen in süssem Wasser[1]) sehr interessant ist, so habe ich es gelegen geglaubt die Aufmerksamkeit auf REINSCH's *Rhizocladia* zu richten, indem ich seine Beschreibung citire.

»*Rhizocladia* REINSCH Nov. Genus (ad *Phæosporeas* THURET spectans, *Pleurocladia* AL. BRAUN proximum).

Plantula ex strato procumbente ex filis ramosis substrato viventi dense adherentibus formato et ex filis erectis ramosis fructiferis exstituta. Cellulæ filorum procumbentium primo rectangulares, ætate provectiore ovales usque lageniformes. Fila erecta singula aut bina ex cellulis æqualibus formata, demum subramosa et fructifera et ex cellulis inæqualibus formata. Trichosporangia in apice filorum erectorum ex 3-is —5-is cellulis quadraticis usque rectangularibus formata. Oosporangia?»

---

[1]) Bisher sind mit Sicherheit nur drei Phæozoosporaceen in süssem Wasser wachsen gefunden, nämlich *Pleurocladia lacustris* A. BRAUN, *Lithoderma fluviatile* J. E. ARESCH. und *L. fontanum* FLAH.

Erklärung der Figuren.

Die Fig. 1—8, 13, 14, 19 sind c:a 500 Mal, die Fig. 9—12, 15—18, 20, 21 sind c:a 900 Mal vergrössert.

Fig. 2—8 sind ein wenig schematisirt.

Phæothamnion confervicolum Lagerh.

Fig. 1. Gekeimte Zoosporen.
» 2. Ein zweizelliges Exemplar.
» 3. Ein dreizelliges Exemplar.
» 4. Ein fünfzelliges Exemplar mit einem Zweige.
» 5. Ein junges Exemplar mit zwei Zweigen.
» 6. Ein nur wenig älteres Exemplar mit vier Zweigen.
» 7, 8. Zwei entwickelte Exemplaren; *sp*. entleerten Sporangien.
» 9—12. Theilungszustände von den vegetativen Zellen. In den Zellen *a*. Fig. 11 ist das Zellinhalt nicht gezeichnet worden.
» 13. Monströse Zellbildung (?). In der Zelle *a* ist das Zellinhalt nicht gezeichnet worden.
» 14. Einige Zellen, die von einer Chytridiacee zerstört worden sind; *c* die Chytridiacee.
» 15—17. Bildung der Zoosporen.
» 18. Eine freie Zoospore.
» 19—21. Bildung des Palmellastadiums.





Lagerheim del.

Phaeothamnion ...

BIHANG

TILL

KONGL. SVENSKA VETENSKAPS-AKADEMIENS

HANDLINGAR.

NIONDE BANDET.

Häfte 1.

INNEHÅLL.

Pris: 10 kronor.

STOCKHOLM, 1884—1885. P. A. NORSTEDT & SÖNER.

BIHANG

TILL

KONGL. SVENSKA VETENSKAPS-AKADEMIENS

HANDLINGAR.

NIONDE BANDET.

Häfte 2.

INNEHÅLL.

Pris: 15 kronor.

STOCKHOLM, 1884—1885. P. A. NORSTEDT & SÖNER.

